

mgr inż. Tomasz Nowak

Instytut Kształtowania Środowiska
Oddział w Krakowie

BADAWCZE WYPOSAŻENIE POMIAROWE SIECI KANALIZACYJNEJ

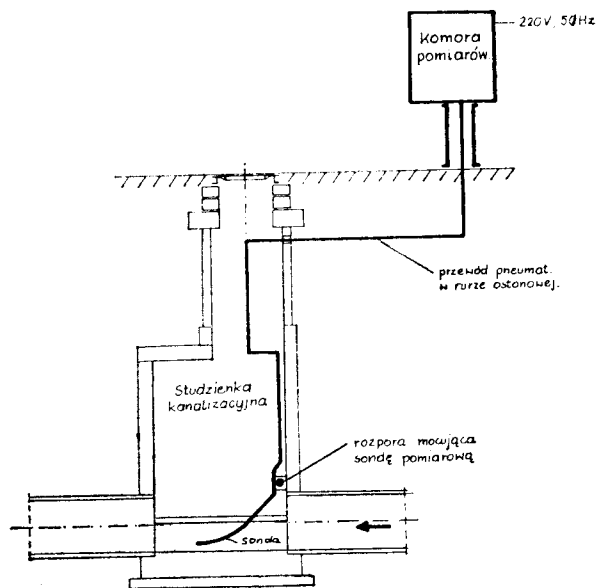
Konieczność rozbudowy czy modernizacji istniejących sieci kanalizacyjnych, stawia przed projektantem zasadniczy problem wyboru optymalnego rozwiązania z punktu widzenia techniczno-ekonomicznego. Niezbędnymi danymi wyjściowymi są podstawowe parametry pracy obiektów istniejącej sieci kanalizacyjnej. Uzyskanie takich podstawowych informacji, jak zmienność wypełnień i przepływów w obiektach kanalizacyjnych, możliwe jest jedynie poprzez prowadzenie ciągłych obserwacji i pomiarów. Dotychczas dostępne metody pomiarów wymagają najczęściej trudnych i kłopotliwych, z punktu widzenia wykonawstwa, prac budowlanych wewnątrz obiektów kanalizacyjnych. Rodzi się w tej sytuacji uzasadniona obawa, czy koszty przygotowania systemu pomiarowego oraz cykl realizacji prac budowlanych i badawczych, nie są zbyt wysokie w stosunku do celu jakiemu mają służyć.

Wynika stąd potrzeba opracowania układu do ciągłego pomiaru podstawowych parametrów pracy obiektów kanalizacyjnych (jakimi są: poziom wypełnienia i przepływ ścieków), który charakteryzowałby się następującymi cechami:

- niezawodność pracy z wystarczającą dla potrzeb technicznych dokładnością pomiaru,
- łatwość montażu i demontażu w typowych obiektach sieci, bez konieczności prowadzenia przebudowy lub innych prac budowlanych wewnątrz sieci,
- łatwość obsługi i prostota konstrukcji.

Opracowania takiego układu pomiarowego oraz jego sprawdzenia i oceny w warunkach technicznych, podjęto się w Krakowskim Oddziale Instytutu Kształtowania Środowiska. Jako podstawę przyjęto pomiar poziomu ścieków metodą hydrostatyczno-pneumatyczną. Zasada pomiaru tą metodą jest następująca: ciśnienie powietrza wydmuchiwanego w niewielkiej ilości przez wylot sondy pomiarowej, znajdującej się w ściekach, równoważy ciśnienie statyczne cieczy znajdującej się powyżej wylotu sondy. Tak więc ciśnienie powietrza jest miarą poziomu cieczy ponad poziom wylotu sondy. Zasadę tę wykorzystano w produkowanym seryjnie przez „Powogaz” przepływomierz do koryt otwartych typu P-11. Zastosowanie tego przyrządu w sieci kanalizacyjnej miejskiej wymaga budowy bocznej (w stosunku do płynących ścieków) studzienki pomiarowej, gdyż przy

bezpośrednim zawieszeniu sondy w strudze ścieków stałe zanieczyszczenia zawarte w ściekach zatrzymywane są częściowo przez sondę, zakłócając pomiar. Ponieważ budowę bocznej studzienki pomiarowej zgodnie z przyjętymi założeniami wstępnymi wykluczono, zdecydowano się zatem na opracowanie takiego rozwiązania konstrukcyjnego sondy pomiarowej, by możliwe było jej zanurzenie bezpośrednio w strudze ścieków, nie powodując jednak zakłóceń przepływu i pomiaru oraz by jej montaż w typowych obiektach kanalizacyjnych był prosty i wygodny. W efekcie opracowano sondę pomiarową, która jest przedmiotem pracowniczego projektu wynalazczego. Wygięcie rurki, stanowiącej sondę powoduje ześlizgnięcia się z niej zanieczyszczeń stałych, płynących w ściekach, nie powodując zakłóceń przepływu i pomiaru (rys. 1).



Rys. 1 Schemat układu pomiaru poziomu lub przepływu w kanale

Przyrząd realizujący pomiar (w zależności od potrzeb może to być miernik poziomu czy przepływu, przetwornik poziomu lub licznik przepływu, a także dowolny zestaw tych urządzeń), instalowany jest w wolno stojącej, typowej, ocieplonej komorze pomiarowej, połączonej z sondą giętkim przewodem impulsowym $\varnothing 6/4$ mm. Przewód ten, wykonany z polietylenu,

jest prowadzony w stalowej rurze osłonowej na odcinkach, gdzie narażony może być na zniszczenie. Ze względów metrologicznych długość linii przesyłowej impulsu ciśnienia nie powinna przekraczać 15 m.

Jednym z najistotniejszych elementów układu pomiarowego jest jego zasilanie pneumatyczne. Niezbędny jest stabilny przepływ powietrza w żądanej wielkości, niezależnie od zmian obciążenia elementu sprężarkowego tj. zmian poziomu ścieków. Rolę stabilizatora pełni tu regulator małego przepływu o konstrukcji przystosowanej do niskich sprężeń, opracowywany aktualnie przez specjalistów z Przedsiębiorstwa Automatyki Przemysłowej MERA-PNE-FAL w Warszawie. Typowy regulator, produkowany przez to przedsiębiorstwo nie zapewnia wystarczającej stabilizacji przepływu powietrza, jednak może być użyty pod warunkiem codziennej kontroli jego pracy.

Elementem sprężarkowym, w przypadku gdy zakres pomiarowy nie przekracza 1 m, są dwie pompki przeponowe typu PME 3 (produkowane seryjnie) połączone szeregowo. Przy większych spodziewanych zmianach poziomu należy stosować sprężarkę typu STW-03 — do pompowania kół samochodowych, pracującą okresowo. Zestaw zasilania pneumatycznego w obu przypadkach instalowany jest we wspólnej komorze pomiarowej z urządzeniami pomiarowymi. Cały układ pomiarowy, przedstawiony na rys. 1, zasilany jest z sieci elektrycznej 220 V; 50 Hz, przy czym moc zainstalowanych urządzeń, łącznie z ogrzewaniem i oświetleniem komory, nie przekracza 0,5 kW.

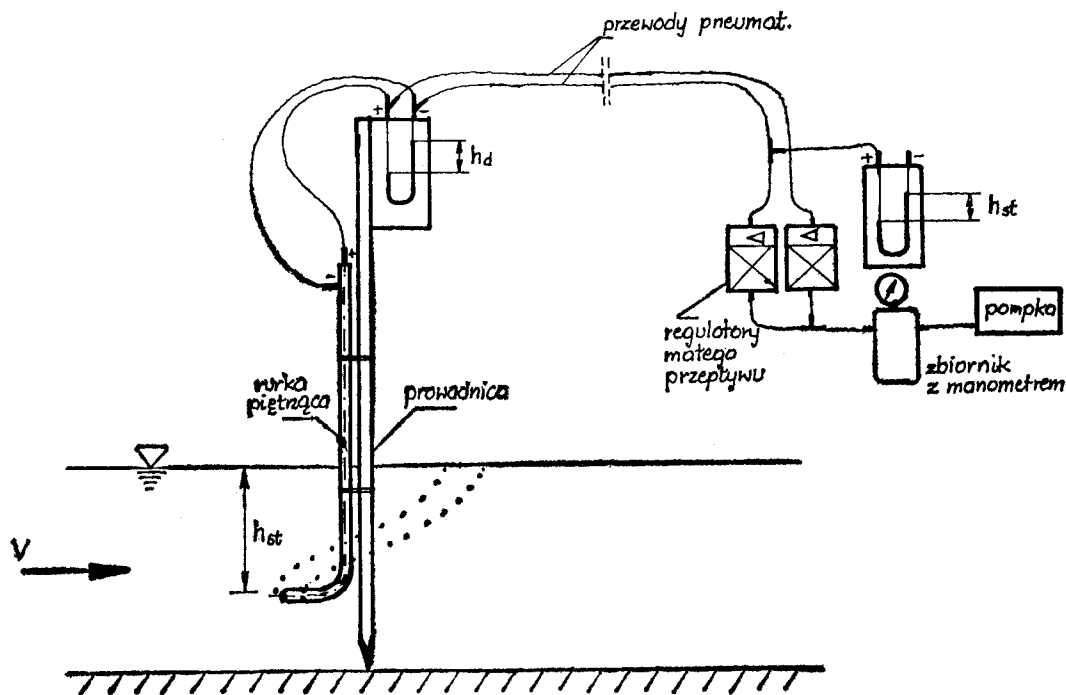
Przykłady typowych zastosowań układu pomiarowego przedstawiono poniżej:

Ciągły pomiar poziomu ścieków w kanale

Jest on typowym zastosowaniem przedstawionego rozwiązania, przy zastosowaniu jako miernika puszkowego ciśnieniomierza wskazująco-rejestrującego o odpowiednim zakresie pomiarowym, produkowanego przez Kujawską Fabrykę Manometrów MERA-KFM we Włocławku. Podziałki odczytowe przyrządu należy przeskalować z uwzględnieniem wysokości zainstalowania wylotu sondy pomiarowej nad dnem kanału.

Ciągły pomiar natężenia i objętości przepływu ścieków w kanale

Przy znanej, rzeczywistej charakterystyce przepływowej kanału, wielkość przepływu ścieków jest funkcją poziomu wypełnienia kanału. Ustalenie charakterystyki przepływowej kanału w danym przekroju pomiarowym wymaga przeprowadzenia serii pomiarów doraźnych przepływu przy różnych stanach wypełnienia kanału. Pomiaru te można prowadzić znanymi z literatury metodami pływakowymi, a w przypadku prędkości średnich przepływu powyżej 0,5 m/s, metodą pomiaru rozkładu prędkości w osi strumienia płynących ścieków, opracowaną w Krakowskim Oddziale Instytutu Kształtowania Środowiska. Polega ona na pomiarze punktowej prędkości przepływu w określonych miejscach strumienia ścieków za pomocą pneumatycznej rurki piętzącej, której rozwiązanie jest przedmiotem pracowniczego projektu wynalazczego. Urządzenie to, przedstawione na rys. 2, skonstruowane jest jako przenośne. W rozwiązaniu wykorzystano sprężone powietrze jako nośnik wartości ciśnienia całkowitego



Rys. 2 Pneumatyczna rurka piętząca do pomiaru prędkości punktowej

i statycznego w rurce piętrzącej do pomiaru prędkości punktowej, zanurzonej przeciwnie do kierunku przepływu w strumieniu płynących ścieków. Wartość ciśnienia statycznego jest miarą głębokości zanurzenia wylotów impulsowych rurki pod zwierciadłem cieczy, a różnica ciśnień całkowitego i statycznego, zwana ciśnieniem dynamicznym, jest funkcją prędkości przepływu w punkcie umieszczenia wylotów impulsowych rurki, wg zależności:

$$V = K \sqrt{\frac{2gPd}{10}} \quad [\text{m/s}]$$

w której:

- V — prędkość punktowa [m/s]
- k — współczynnik (stała rurki)
- g — przyspieszenie ziemskie [m/s²]
- Pd — ciśnienie dynamiczne [kPa].

Wartość ciśnienia statycznego i dynamicznego odczytywana jest bezpośrednio przy użyciu cieczowych manometrów różnicowych. Układ zasilany jest powietrzem sprężonym przez ręczną pompkę samochodową, poprzez zbiornik powietrzny i dwa regulatory małego przepływu powietrza, pracujące w sposób niezależny.

Na podstawie doraźnych pomiarów terenowych określa się charakterystykę przepływową kanału. Zgodnie z tą charakterystyką należy wykalibrować podziałki odczytowe miernika, którym może być ciśnieniomierz wskazująco-rejestrujący z uwzględnieniem wysokości zainstalowania wylotu sondy nad dnem kanału. Gdy wymagane jest zliczanie objętości przepływających ścieków, należy zastosować jedno z niżej przedstawionych rozwiązań, przy dopasowanej krzywej urządzenia zliczającego do charakterystyki przepływowej kanału:

- przepływomierz PSW4, produkcji Krakowskiej Fabryki Aparatów Pomiarowych MERA-KFP

— waga pierścieniowa „Junkalor” — produkcji NRD, dostępna na rynku krajowym (zaletą tego rozwiązania jest połączenie różnych funkcji w jednym urządzeniu, tj. wskazanie, rejestracja i zliczanie objętości, a także możliwość zdalnego przekazu wskazań)

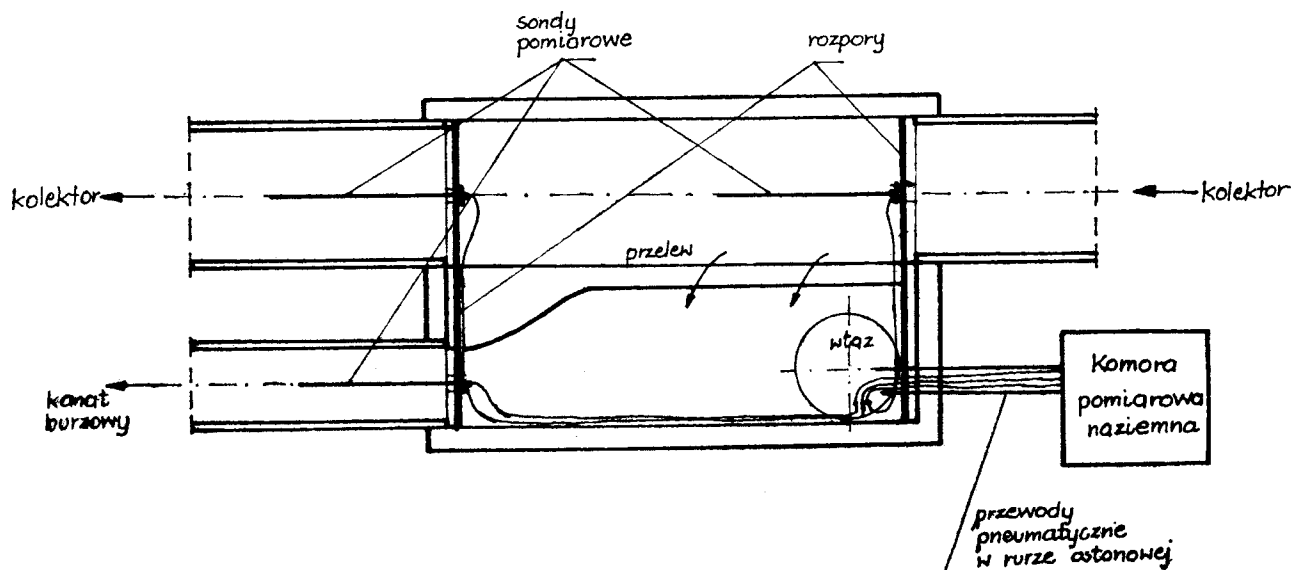
— przetwornik poziomu APLB, produkcji MERA-KFP, współpracujący z linearyzatorem i rejestratorem elektrycznym (rozwiązanie to jest pracowniczym projektem wynalazczym zgłoszonym w IKS Oddział w Krakowie, a zaletą jego jest możliwość zdalnego przekazywania wskazań przepływomierza).

Wyposażenie pomiarowe typowej komory przelewu burzowego

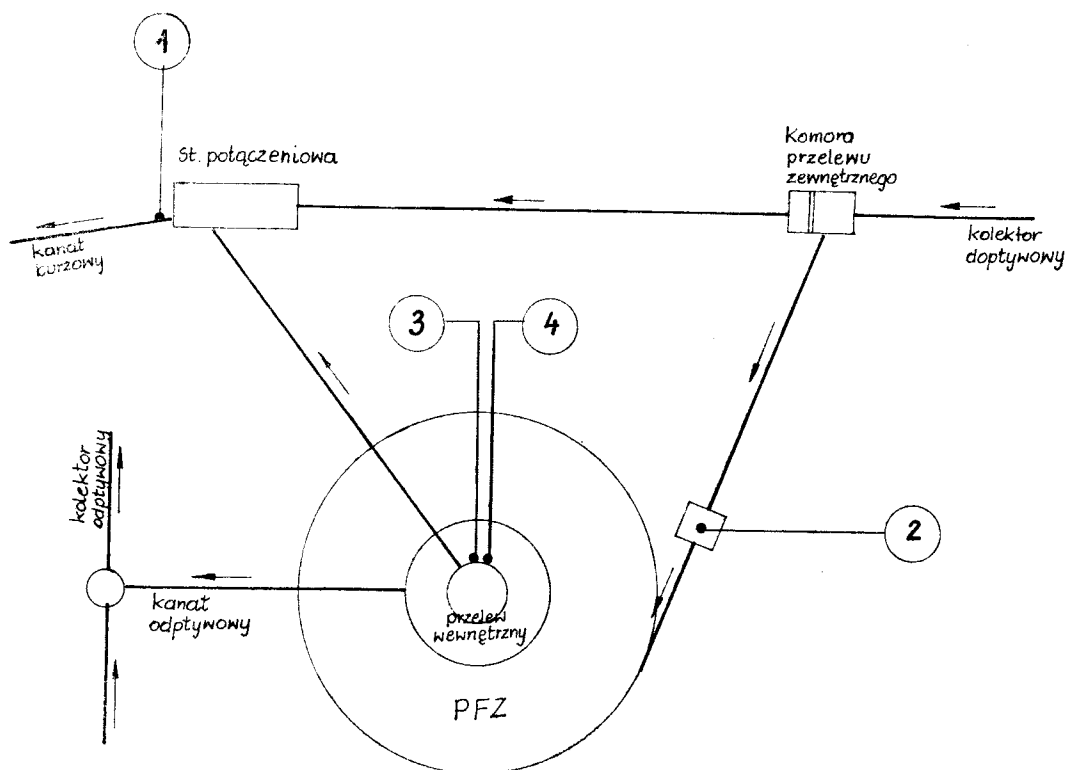
Stosując układ pomiarowy przedstawiony na rys. 3 możliwe jest określenie podstawowych parametrów pracy przelewu burzowego, takich jak:

- wypełnienie kolektora w okresie bezdeszczowym,
- wypełnienie kolektora dopływowego i odpływowego oraz wysokość warstwy przelewowej w okresie pracy przelewu,
- hydraulika przelewu (przelew zatopiony lub niezatopiony),
- czas pracy przelewu.

W zestawie pomiarowym stosuje się trzy układy ciągłego pomiaru poziomu ścieków umieszczone w jednej wspólnej ocieplonej komorze pomiarowej, łącznie z układem zasilania pneumatycznego.



Rys. 3 Schemat wyposażenia pomiarowego typowej komory przelewu burzowego



Rys. 4 Schemat wyposażenia pomiarowego zbiornika PFZ: 1 — pomiar poziomu i zliczanie objętości przepływu ścieków burzowych, 2 — pomiar przepływu ścieków dopływających, 3 — pomiar wysokości warstwy przelewowej na przelewie wewnętrznym, 4 — pomiar wypełnienia zbiornika PFZ

Wyposażenie pomiarowe typowego zbiornika przetrzymującego falę zanieczyszczeń (PFZ)

Stosując układ pomiarowy przedstawiony na rys. 4, możliwe jest określenie podstawowych parametrów pracy zbiornika PFZ, takich jak:

- wypełnienie zbiornika
- natężenia dopływu ścieków do zbiornika
- czas pracy przelewów
- objętość zrzutów burzowych
- sygnalizacja awaryjnego zatkania kanału odpływowego ze zbiornika.

Wnioski

1. Przedstawione wyżej badawcze układy pomiarowe sieci kanalizacyjnej zostały sprawdzone w warunkach technicznych, uzyskując pozytywną opinię. Pracujące aktualnie na terenie Krakowa urządzenia pomiarowe tego typu znajdują się pod stałą kontrolą i obserwacją specjalistów.

2. Praktyczne zastosowanie tych układów pomiarowych daje możliwość uzyskania rzeczywistych danych wyjściowych do projektowania, rozbudowy i modernizacji istniejących sieci kanalizacyjnych.