

*Tomasz Bergel, Piotr Bugajski*

**STOSOWANIE NOWOCZESNEJ APARATURY  
POMIAROWEJ W WODOCIĄGACH  
MODA CZY KONIECZNOŚĆ?**

---

***USAGE OF MODERN MENSURATION EQUIPMENT  
IN WATERWORKS – FASHION OR NECESSITY?***

**Streszczenie**

W pracy naświetlono problematykę opomiarowania zużycia wody w aspekcie możliwości ograniczenia strat wody wodociągowej. Dowiedziono, iż źle dobrany lub przestarzałej konstrukcji wodomierz, może wpływać na wielkość rzeczywistych i pozornych strat wody. Wprowadzenie opomiarowania wielkości zużycia wody ma dwa bardzo ważne aspekty. Po pierwsze: ograniczając marnotrawstwo wody, powoduje racjonalizację jej zużycia, a po wtóre: ułatwia rozliczanie ilości wody zużytej przez mieszkańców poprzez odejście od nieefektywnego i niekiedy niesprawiedliwego ryczałtowego pobierania opłat.

Ponadto w pracy przedstawiono krótką charakterystykę występujących na rynku wodomierzy, z uwzględnieniem ich podziału, podstawowych parametrów oraz klas metrologicznych. Omówiono najważniejsze problemy stosowania wodomierzy w budownictwie mieszkaniowym. Stwierdzono, że przyczynami strat wody, poza fizycznym ubytkiem wody z powodu wycieków, są błędy pomiaru i kradzieże wody, które bezpośrednio lub pośrednio są wynikiem zastosowanej aparatury pomiarowej. Przytoczono przykłady ingerencji w instalację i wodomierz oraz wskazano możliwości ich ograniczenia. Podano praktyczne rady, które pomogą uniknąć problemów z poprawnym pomiarem wielkości zużycia wody.

Na koniec wskazano nowe trendy w opomiarowaniu zużycia wody, które zmierzają do wykorzystania nowoczesnych, niezawodnych i bardzo dokładnych wodomierzy, zautomatyzowania odczytów i zdalnego przekazywania danych od miernika do głównego komputera bez konieczności udziału człowieka. Zaznaczono, że nowoczesna konstrukcja wodomierza to nie cały klucz do sukcesu. Bardzo ważny jest prawidłowy jego dobór (w sensie przepływu nominalnego), montaż i eksploatacja. Dopiero spełnienie tych warunków pozwoli na zminimalizowanie błędów pomiaru i ograniczenie kradzieży wody, a co za tym idzie zmniejszenie wskaźnika strat wody wodociągowej.

**Słowa kluczowe:** zużycie wody, wodomierze, straty wody

### Summary

*In the paper, problems of measuring of water usage in the aspect of possibilities of running water loss limitation were exposed. It has been proved that badly selected or of outdated construction water-meter, may influence the value of real and virtual water loss. Introduction of measurement of water usage's amount has two very important aspects. First: by limitation of water wastage, it causes rationalisation of its usage, and second: it enables accounting amount of water used by locators by walking away from the ineffective and sometimes unfair lump payment collection.*

*Moreover, in the paper short characteristic of water-meters occurring on the market was shown, regarding their division, basic parameters and metrological classes. The most important problems of water-meters' usage in household architecture were discussed. It has been ascertained, that the causes of water losses, apart from the physical water wastage because of leakages, are measurement errors and water stealing, which directly or indirectly are results of applied mensuration equipment. Examples of interference with installation and water-meters were quoted and possibilities of their limitations were shown. Practical advice was given, which will help to avoid problems with the correct measurement of water usage's amount.*

*At the end, new trends in mensuration of water usage were shown, which aim at using modern, unfailing and very exact water-meters, automatising of readings and remote data transfer from the gauge to the main computer without necessity of people's participation. It was stated, that the modern water-meter construction isn't the whole key to success. Very important is its correct choice (regarding nominal flow), installation and exploitation. Only fulfillment of these conditions, will let minimalise measurement errors and limit water stealing, and what comes after that, decrease of running water loss index.*

**Key words:** *water usage, water-meters, water losses*

### WSTĘP

Spadek zużycia wody i wynikające z niego zmniejszone wpływy finansowe dla przedsiębiorstw wodociągowych spowodowały konieczność poszukiwania rozwiązań mogących poprawić ich kondycję ekonomiczną. Okazało się, że jedną z najlepszych metod może być ograniczanie strat wody.

Powszechnie uznawanym jest podział strat na rzeczywiste i pozorne. Zarówno w jednym, jak i drugim rodzaju znaczny udział mogą mieć straty wynikające z zastosowanej aparatury pomiarowej. Jeżeli chodzi o straty rzeczywiste należy podkreślić, że źle dobrany lub o zbyt niskiej klasie metrologicznej wodomierz nie będzie rejestrował rzeczywistej wielkości zużycia wody, nie mówiąc o przeciekach z instalacji, a jego wskazania będą obarczone bardzo dużym błędem. Z kolei pozorne straty wody, nie stanowią faktycznych ubytków wody z nieszczelnego systemu, a jedynie wpływają na wartość obliczeniowego wskaźnika strat. Szacowane są one na ok. 3,5–5,0% całkowitej objętości strat [Roman i in. 2000; Siwoń i in. 2004] i wynikają między innymi z dokładności pomiaru objętości wody dostarczonej do sieci i sprzedanej odbiorcom.

Po urynkowaniu cen wody użytkownicy wodociągu są świadomi, że za wodę, którą się zużywa trzeba płacić proporcjonalnie do kosztów jej uzdatniania i dostawy do punktów czerpalnych. Coraz mniej w związku z tym trzeba przekonywać do celowości oszczędzania wody. Doskonała technika sanitarna sprzyja oszczędzaniu wody i przeciwdziała skutkom jej marnotrawienia. Z kolei dzięki wodomierzom mieszkaniowym lokator może sam decydować o ilości zużywanej wody, ponieważ zachodzi bezpośredni związek pomiędzy zużyciem a ponoszoną opłatą. Ponadto zaobserwowano, że tam gdzie zainstalowano wodomierze nastąpił szybki spadek zużycia wody. Zdecydowały o tym względy ekonomiczne, które uzmysłowiły odbiorcom wody konieczność ponoszenia kosztów za pobraną wodę. Z tych powodów zaczęli oni przywiązywać większą wagę do likwidacji przecieków z instalacji wodociągowej. Badania zużycia wody, które zostały prowadzone w budynkach mieszkalnych przed uszczelnieniem i po uszczelnieniu instalacji wodociągowych pokazały, że straty wody będące wynikiem przecieków z instalacji stanowią od 41 do 60% zużycia wody [Poradnik... 1991]. Na objętość traconej wody wpływa intensywność wycieku wody w miejscu nieszczelnej instalacji. Spadające oddzielnie krople wody powodują straty od 18 do 80  $\text{dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  z jednej baterii, cienka strużka aż do 200  $\text{dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , a nieszczelny zawór w płuczce ustępowej powoduje straty sięgające nawet 3000  $\text{dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . Przez prawidłową eksploatację wewnętrznych instalacji wodociągowych można zaoszczędzić od 105 do 130  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  wody [Bergel, Pawełek 2006].

Wprowadzenie opomiarowania zużycia wody ma jeszcze drugi, bardzo ważny aspekt. Ułatwia rozliczanie ilości wody zużytej przez mieszkańców oraz umożliwia odejście od nieefektywnego i niekiedy niesprawiedliwego ryczałtowego pobierania opłat za zużytą wodę.

Przytoczone powyżej dobrodziejstwa wynikające z zastosowania opomiarowania zużycia wody mogą mieć miejsce pod warunkiem prawidłowego doboru wodomierzy, zachowania warunków ich montażu i odpowiedniego użytkowania.

Celem pracy jest naświetlenie problemu prawidłowego opomiarowania zużycia wody w aspekcie możliwości ograniczenia strat wody wodociągowej.

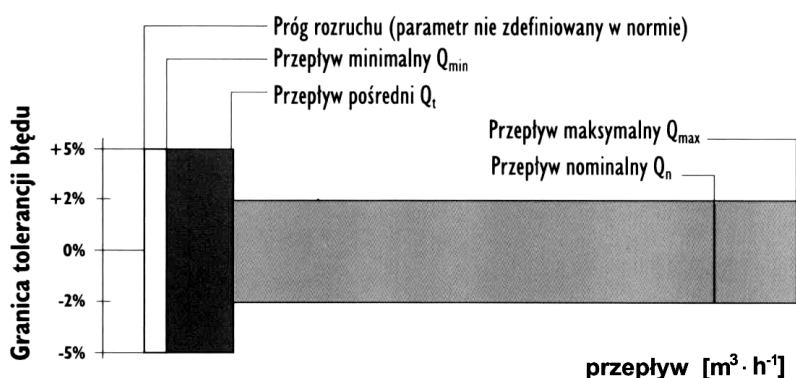
## CHARAKTERYSTYKA WODOMIERZY

Wodomierz jest przyrządem do samoczynnego pomiaru objętości przepływającej przez niego wody, a przy specjalnym wykonaniu może służyć do rejestrowania i przekazywania na odległość objętości lub strumienia objętości wody. W instalacjach stosuje się obecnie wodomierze wirnikowe, które dzielą się na: skrzydełkowe, śrubowe i sprzężone. Wodomierze skrzydełkowe przeznaczone są do pomiaru małych objętości wody i są budowane o średnicach nominalnych od DN = 15 mm do DN = 50 mm. Wodomierze śrubowe przeznaczone są do pomiaru większych objętości wody i mają średnice o DN  $\geq$  50 mm.

Wodomierze sprzężone składają się z wodomierza skrzydełkowego i śrubowego i stosuje się je w instalacjach wodociągowych o bardzo dużej nierównomierności rozbioru wody.

Wielkość wodomierza określa (rys. 1):

- średnica nominalna DN,
- nominalny strumień objętości  $Q_n$  – jest to natężenie przepływu przy stałej lub okresowej pracy wodomierza, przy zachowaniu dopuszczalnych błędów wskazań wodomierza,
- maksymalny strumień objętości  $Q_{max}$  – określa wartość strumienia objętości przy przyjętym umownie spadku ciśnienia w obrębie wodomierza,
- pośredni strumień objętości  $Q_t$  dzieli obszar mierniczy na dwa przedziały z różnymi dopuszczalnymi błędami:
  - ( $\pm 5\%$  i  $\pm 2\%$ ) dla wody zimnej,
  - ( $\pm 5\%$  i  $\pm 3\%$ ) dla wody cieplej,
- minimalny strumień objętości  $Q_{min}$  – to strumień objętości, poniżej którego wodomierz wskazuje z błędem większym od dopuszczalnego,
- próg rozruchu  $Q_r$  – to strumień objętości, powyżej którego wirnik wodomierza zaczyna się obracać.

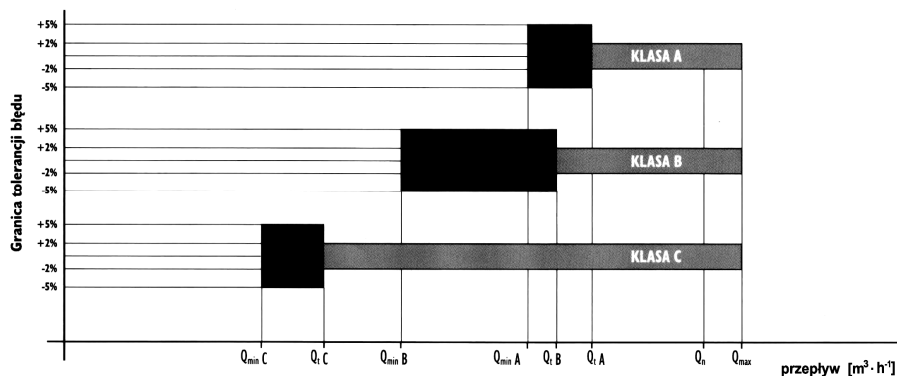


**Rysunek 1.** Zakres pomiaru przepływu wodomierza  
[źródło: materiały reklamowe Actaris Polska Sp. z o.o.]

**Figure 1.** Range of water-meter flow mensuration  
[source: advertisement materials of Actaris Polska Sp. z o.o.]

Jednym z parametrów charakteryzujących pracę wodomierza, świadczącym o jego dokładności jest tzw. klasa metrologiczna. Wodomierze są obecnie

produkowane w czterech klasach dokładności: A, B, C, D, przy czym klasa D jest stosowana tylko dla wody ciepłej i gorącej. Jeśli chodzi o wodomierze do wody zimnej, to wodomierz klasy A ma najmniejszy obszar mierniczy, klasy B – szerszy, a klasy C – charakteryzuje się najszerszym przedziałem mierniczym (rys. 2).



**Rysunek 2.** Zakresy pomiaru wodomierzy o różnych klasach metrologicznych [źródło: materiały reklamowe Actaris Polska Sp. z o.o.]

**Figure 2.** Range of different metrological classes' water-meters' mensurations [source: advertisement materials of Actaris Polska Sp. z o.o.]

Wodomierze mogą być instalowane poziomo (H) lub pionowo (V). Ustawienie wodomierza w pozycji pionowej powoduje zmianę klasy metrologicznej np. B na klasę mniej dokładną A, a co za tym idzie zwiększenie błęd wskazań przy małych przepływach wody. Biorąc pod uwagę kryterium technologii w jakiej wykonany został wodomierz, wystarczy ograniczyć się do mechanicznej konstrukcji części hydraulicznej i liczydła wodomierza. Uwzględniając to kryterium, należy wyróżnić:

- wodomierze z mokrymi liczydłami i przekładnią – mała odporność na zanieczyszczenia w wodzie i związana z tym obniżona trwałość i stabilność charakterystyki metrologicznej,
- wodomierze z liczydłem wypełnionym cieczą inną niż woda sieciowa – przekładnia nadal zanurzona w wodzie,
- wodomierz suchy – liczydło suche, ale przekładnia częściowo zanurzona w wodzie,
- wodomierz ekstra suchy – liczydło i przekładnia suche (kontakt z wodą ma wyłącznie element ruchomy części hydraulicznej, tzn. turbinka, śruba lub tłok).

Wszystkie wyżej wymienione wodomierze wyposażone były w sprzęg magnetyczny umożliwiający przekazywanie obrotów wirnika na liczydło.

## **WYBRANE PROBLEMY STOSOWANIA WODOMIERZY.**

Przyczynami strat wody, poza fizycznym ubytkiem wody z powodu wycieków, są:

- błędy pomiaru,
- kradzieże wody.

Przyjrzyjmy się pokrótce obu wymienionym przyczynom.

Na początku lat 90. XX w. rozpoczęto w kraju proces stosowania urządzeń pomiarowych zużycia wody dostarczanej do lokali mieszkalnych. Już po kilku latach od wprowadzenia wodomierzy mieszkaniowych zaobserwowano zjawisko występowania niezgodności pomiędzy sumą wskazań wodomierzy domowych a wskazaniem wodomierza głównego. Głównymi przyczynami tych rozbieżności były [Bonetyński, Widomski 2003]:

- zastosowanie wodomierzy o różnych klasach metrologicznych,
- montaż wodomierzy niezgodnie z wymaganiami (zamiast poziomo H montowano je pionowo V),
- przecieki instalacji (są rejestrowane przez wodomierz główny a przez domowe nie),
- spadek zużycia wody (zamontowany wcześniej wodomierz teraz okazał się za duży),
- brak legalizacji wodomierzy (ważność legalizacji wodomierzy stosowanych obecnie w instalacjach wodociągowych wynosi 5 lat).

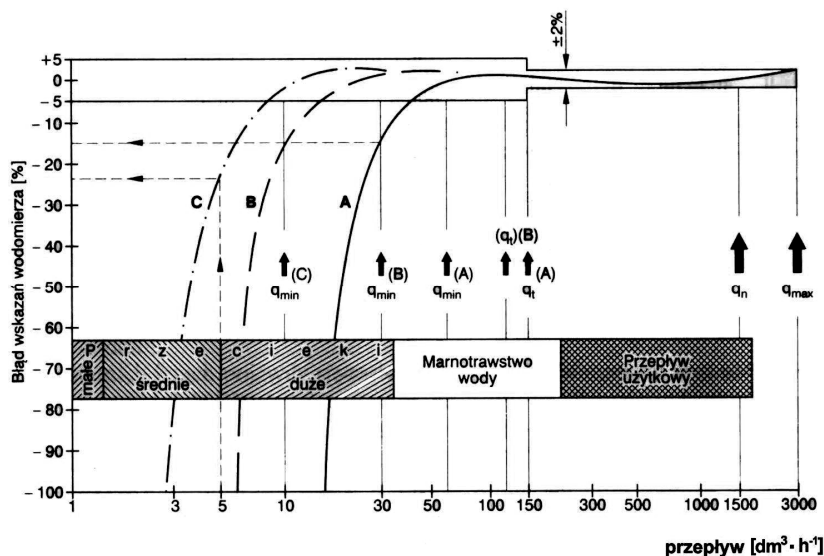
Stosowanie wodomierzy gorszej klasy metrologicznej niż klasa C powoduje bardzo wysokie ujemne błędy pomiaru dochodzące do kilkudziesięciu procent (rys. 3). Pojawia się pytanie opłacalności stosowania wodomierzy o lepszej klasie metrologicznej, biorąc pod uwagę wyższą cenę zakupu. Link [2006] podaje, że można się spodziewać wzrostu wskazań wodomierza średnio ok. 8%, przy zmianie z klasy B na C, czyli zmniejszenia o taką wartość pozornej straty wody. Znane są przypadki, że efekt jest rzędu nawet 25%. Z wyliczeń wynika, że czas zwrotu inwestycji (montażu wodomierza w klasie C) wynosi kilka miesięcy.

Warunkiem koniecznym prawidłowego pomiaru jest uwzględnienie następujących zagadnień:

- dobór, do profilu zużycia wody w danym obiekcie, klasy metrologicznej i rozmiaru wodomierza (w sensie przepływu nominalnego, a nie średnicy),
- wybór właściwego typu wodomierza adekwatnego do potrzeb ze szczególnym uwzględnieniem jego trwałości,
- zapewnienie właściwych warunków montażu i eksploatacji.

Na dokładność wskazań wodomierza ma wpływ:

- nierównomierność zużycia wody,
- wielkość przecieków wody świadcząca o stanie technicznym instalacji,
- sposób zainstalowania wodomierza oraz jego typ i wielkość.



**Rysunek 3.** Obszary miernicze wodomierzy na tle wielkości zużycia wody  
[źródło: Chudzicki i Sosnowski 2005]

**Figure 3.** Mensuration areas of water-meters in relation to amount of water usage  
[source: Chudzicki and Sosnowski 2005]

Straty wody z powodu niepoprawnego pomiaru zużycia wody są często wynikiem niewłaściwego doboru urządzeń mierniczych. Wodomierz powinien być tak dobrany, żeby największa ilość wody była rejestrowana przy przepływach większych od  $Q_{\min}$ .

Biorąc pod uwagę przytoczone powyżej wywody, zachodzi pytanie: co zrobić, aby uniknąć problemów z poprawnym pomiarem wielkości zużycia wody? Link [2006] podaje kilka rad:

- sprawdzać decyzje zatwierdzenia typu wodomierza, a nie karty katalogowe (polegać można jedynie na parametrach normatywnych, jak przepływ minimalny, pośredni, nominalny lub maksymalny sprawdzanych w trakcie legalizacji),
- zapoznać się z obowiązującymi przepisami, np. dotyczącymi zakresowości i maksymalnego dopuszczalnego błędu,
- przestudiować cechy legalizacyjne i opisy na wodomierzu (często zdarza się, że producent może sprzedawać ten sam wodomierz w różnych klasach metrologicznych),
- wybiórczo sprawdzać w niezależnych punktach legalizacyjnych parametry dostarczonych wodomierzy (wodomierze nieposiadające europejskiego zatwierdzenia typu nie są sprawdzane w przepływach wyższych niż  $Q_n$ , a może

się zdarzyć, że wodomierz pracuje nieprawidłowo powyżej  $Q_n$ , np. zatrzymuje się z powodu zerwania sprzęgu magnetycznego). Dyrektywa europejska wymaga wykonywania legalizacji w  $Q_{max}$ ,

– okresowo sprawdzać parametry eksploatowanych wodomierzy (może się okazać, że niektóre wodomierze, zwłaszcza mokrobieżne lub suchobieżne z mokrą przekładnią są szczególnie narażone na pogorszenie parametrów w trakcie użytkowania i wymagany przepisami okres 5 lat między legalizacjami może okazać się zbyt długi),

– zerowanie liczydła wodomierza w trakcie legalizacji (jeżeli nie jest ona dokonywana u producenta zgodnie z zatwierdzeniem typu) powoduje, że tracimy informację jak intensywnie przyrząd był dotychczas eksploatowany i wiarygodność wodomierza po takich działaniach jest co najmniej wątpliwa. Nie wiadomo również kto bierze odpowiedzialność za zgodność z zatwierdzeniem typu.

Widoczny w ostatnich latach spadek zużycia wody wywołany m.in. urynkowaniem cen wody i ścieków, a także wprowadzeniem indywidualnego opomiarowania zużycia wody spowodował, że wśród wielu czynników powodujących straty wody w systemach wodociągowych coraz większego znaczenia nabierają kradzieże wody wynikające z zewnętrznej ingerencji w wodomierz lub instalację. Kradzież wody jest ogólnie definiowana jako pobór wody bez rejestracji i zgody dostawcy wody lub za jego zgodą, ale z niezachowaniem określonych przez dostawcę wody warunków rejestracji zużycia wody.

Tuz i Królikowski [2005] podają następujące, spotykane w praktyce przykłady ingerencji:

– częściowe zamknięcie zaworu kulowego przed wodomierzem (zachwianie profilu prędkości przepływu wody),

– cofanie wodomierza poprzez zdjęcie obejmy plastikowej łączącej miedziany korpus z plastikową osłoną liczydła wodomierza,

– używanie silnego magnesu neodymowego w celu zatrzymania wodomierza,

– okresowy montaż wodomierza niezgodnie ze strzałką na korpusie wodomierza wskazującą kierunek przepływu,

– zdejmowanie sitek w wodomierzu i mechaniczne zatrzymywanie wirnika,

– budowa *bypassów* omijających wodomierz,

– przewiercanie skrzydełek wodomierza,

– kryzowanie instalacji za wodomierzem,

Autorzy niniejszej pracy dodają do tego jeszcze:

– ściskanie wodomierza w celu zablokowania liczydła,

– cofanie liczydła wodomierza powietrzem pod ciśnieniem, bez konieczności ingerencji w sam wodomierz,

– nawiercanie otworu w obudowie liczydła i blokowanie go za pomocą igły krawieckiej.



Od kilku lat powszechnie znany jest fakt dostępności na rynku bardzo silnych magnesów neodymowych opartych na związku neodymu, żelaza i boru. Stosowane do tej pory metody zaniżania wskazań wodomierza były do opanowania, gdyż w widoczny sposób uszkadzały wodomierz. W przypadku magnesu neodymowego uszkodzenia nie ma, a jednak wodomierz zatrzymuje się lub zaniża pomiar. Aby opanować ten proceder pojawiły się wskaźniki użycia magnesu. Nie zabezpieczają one jednak wodomierzy, a tylko informują, że być może ktoś używał w sąsiedztwie wodomierza magnes neodymowy. Niestety wskaźnik taki jest nieskuteczny prawnie. Dlatego producenci wodomierzy, pod presją rynku i z obawy kradzieży wody, rozpoczęli swoją działalność dwutorowo. Wprowadzili na nowo wodomierze mokrobieżne (tym razem bez sprzęgu magnetycznego), a równocześnie zwiększyli zabezpieczenia wodomierzy prędkościowych (jednostrumieniowych, wielostrumieniowych i śrubowych) poprzez wzmocnienie ekranów zabezpieczających sprzęgło magnetyczne, jak również wzmocnienie siły samego sprzęgła. Jednak zwiększenie siły sprzęgu oznacza zmniejszenie zakresowości poprzez obniżenie wartości przepływu, przy którym następuje zerwanie sprzęgła.

#### **NOWE TRENDY W OPOMIAROWANIU ZUŻYCIA WODY**

Obecnie producenci wodomierzy robią wszystko, żeby zminimalizować możliwość zewnętrznej ingerencji w wodomierz, a równocześnie maksymalnie zwiększyć dokładność pomiaru. Skoro więc nie wskaźniki użycia magnesu (bo nieskuteczne prawnie), nie wodomierze mokre (z uwagi na niską trwałość) i nie wodomierze prędkościowe (bo zabezpieczenia są mało skuteczne), to co? Okazuje się, że dobrym rozwiązaniem są coraz powszechniej stosowane wodomierze objętościowe. Charakteryzują się one znacznie mniejszą prędkością kątową elementu ruchomego czyli tłoka. Niektóre z nich charakteryzują się całkowitą odpornością, nawet na największe magnesy neodymowe. Okazuje się ponadto, że wodomierze tłokowe charakteryzują się największą zakresowością i dokładnością metrologiczną ze wszystkich istniejących konstrukcji na rynku i to niezależnie od poziomej czy pionowej pozycji montażu. Nie wymagają tak rygorystycznych warunków montażu (brak odcinków prostych przed i za wodomierzem), a ich parametry metrologiczne znacznie przewyższają klasę C. Z tych powodów stosowane one są masowo np. we Francji, Anglii, Stanach Zjednoczonych, a także u naszych południowych sąsiadów – Czechów.

W ostatnich latach można zaobserwować wzrost wykorzystania techniki komputerowej w przedsiębiorstwach zajmujących się eksploatacją systemów wodociągowych. Jednym z procesów, które można zautomatyzować jest odczytywanie i rejestracja wskazań wodomierzy oraz system rozliczeń opłat za zużytą przez odbiorców wodę. Bezpośredni odczyt wskazań wodomierza jest czasochłonny, a również może być kłopotliwy, wiąże się bowiem z koniecznością

wejścia inkasenta do mieszkania lub na teren prywatny posesji. W celu uniknięcia tych niedogodności można zastosować zdalny system odczytu wodomierzy. Po pierwsze trzeba zastosować specjalny wodomierz, którego wskazania zostaną przełożone na sygnały zrozumiałe dla systemu komputerowego, czyli na impulsy elektryczne. W tym celu stosuje się dwa rozwiązania:

– wbudowanie w klasyczny wodomierz czujnika elektrycznego przetwarzającego częstość obrotów wirnika na impulsy elektryczne o proporcjonalnej częstości. Do tego celu używa się przełącznika kontaktronowego, który zwiera i rozwiera styki pod wpływem zmieniającego się pola magnetycznego. Jest to rozwiązanie najprostsze, ale jednocześnie najbardziej zawodne, bowiem impulsy są generowane przez kontaktron także w momencie zmiany kierunku przepływu wody przez wodomierz,

– wbudowanie w wodomierz czujnika elektromagnetycznego wyposażonego w oddzielne cewki, które pozwalają rozróżnić kierunek przepływu wody przez wodomierz.

System elektronicznego odczytu wodomierzy umożliwia zdalny, przewodowy lub bezprzewodowy odczyt zużycia wody z wodomierzy, automatyczne naliczanie oraz nadzorowanie wpłacania należności, wystawianie odpowiednich dokumentów (rachunki, faktury), wydruk danych statystycznych oraz nadzór nad pracą pracowników dokonujących odczytu stanów liczników. Za pomocą zdalnego systemu odczytów wodomierzy możliwe jest prowadzenie monitoringu działających wodomierzy, wykrywanie ich niesprawności, przecieków i strat wody.

Na początku lat 90. ubiegłego wieku w Wielkiej Brytanii rozpoczęto badania nad przystosowaniem łączności radiowej wykorzystywanej do tej pory w telefonii komórkowej do celów rejestracji i odczytów wskazań liczników wody w budynkach mieszkalnych. Opracowany system wykorzystywał nadajniki małej mocy (do 10 mW) zainstalowane w budynkach mieszkalnych, które drogą radiową przekazywały dane o zużyciu wody do odbiorników rozmieszczonych równomiernie na obszarze objętym działaniem systemu. Następnie informacje te trafiały do systemu komputerowego, który zajmował się gromadzeniem danych, ich przetwarzaniem oraz rozliczaniem opłat.

W identyczny sposób możliwa jest obecnie komunikacja wykorzystująca telefonię komórkową GSM, głównie krótkie wiadomości tekstowe SMS.

## **PODSUMOWANIE**

Decydując się na zastosowanie konkretnego wodomierza, trzeba sobie uświadomić, że liczy on przede wszystkim nasze pieniądze i dlatego najważniejsza jest pewność, że robi to równie, dokładnie zarówno w pierwszym roku, jak i w późniejszych latach eksploatacji. Dlatego warto są polecenia nowoczesne wodomierze ekstra suche, charakteryzujące się dużą niezawodnością działania

i wysoką dokładnością pomiaru. Należą do nich z pewnością wodomierze objętościowe (tłokowe), których parametry metrologiczne znacznie przewyższają klasę C. Należy w tym miejscu jednak zaznaczyć, że oprócz samej konstrukcji wodomierza bardzo ważny jest prawidłowy jego dobór (w sensie przepływu nominalnego), montaż i eksploatacja. Dopiero spełnienie tych czterech warunków pozwoli na zminimalizowanie błędów pomiaru.

Przytoczone powyżej przykłady nowoczesnych rozwiązań pomiaru zużycia wody pokazały kierunki rozwojowe układów sterowania i automatyki instalacji wewnętrznych. Zmierzają one do zautomatyzowania odczytów i zdalnego przekazywania danych o doprowadzonych do mieszkań mediach bez konieczności udziału człowieka w łańcuchu przenoszenia danych od miernika do głównego komputera. Jednak wielu eksploatorów systemów wodociągowych jest zdania, że nie powinno się wykluczać z tego łańcucha przenoszenia danych człowieka. Uważają oni, że nic nie zastąpi wprawnego oka inkasenta, który przy okazji dokonywania odczytu wodomierza zweryfikuje stan zestawu wodomierzowego i instalacji pod kątem ewentualnych uszkodzeń czy prób ingerencji. Jego obserwacje mogą być bardzo pomocne przy typowaniu odbiorców, u których wielkość zużycia wody budzi poważne wątpliwości. Konsekwencją tych zabiegów jest zazwyczaj naliczanie kar, wymiana starego wodomierza na nowszej generacji, czy w ekstremalnych przypadkach przeniesienie wodomierza z budynku do studzienki wodomierzowej, o ile to możliwe, poza granicę posesji.

## BIBLIOGRAFIA

- Bergel T., Pawełek J. *Straty wody w systemach wodociągowych – charakterystyka, wielkość, wykrywanie i ograniczanie*. III Konf. Nauk.-Techn. „Błękitny San – Ochrona środowiska, walory przyrodnicze i rozwój turystyki w dolinie Sanu”. Dubiecko 21–22 kwietnia 2006 r., s. 125–137.
- Bonetyński K., Widomski M. 2003. *O przyczynach niezgodności wskazań zużycia wody wodomierza domowego i sumy wskazań wodomierzy mieszkaniowych*. GWiTS 5/2003, 2003, s. 72–74.
- Chudzicki J., Sosnowski S. *Instalacje wodociągowe – projektowanie, wykonanie, eksploatacja*. Wyd. Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2005.
- Dyrektywa 75/33/EWG (liczniki do wody zimnej).
- Dyrektywa 79/830/EWG (liczniki do wody ciepłej).
- Link R. *Przyczyny „strat” wody w przedsiębiorstwie wodociągowym*. Forum Eksploatatora 3/2006 (24), 2006, s. 48–50.
- Norma PN-ISO 4064-2. *Wodomierze do wody pitnej zimnej*.
- Poradnik „*Wodociągi i kanalizacja*”. Praca zbiorowa pod redakcją Romana M. Arkady, Warszawa 1991.
- Roman M., Kłoss-Trębaczkiwicz H., Osuch-Pajdzińska E. *Oszczędzanie wody – możliwości i granice*. IX Krajowa, II Międzynarodowa Konf. Nauk.-Techniczna „Ochrona jakości i zasobów wód – kultura społeczeństwa a życiodajna woda”, Zakopane–Kościelisko 2000, s. 199–209.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 (Dz.U. 3/2007 poz. 27) w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych*.

- Siwoń Z., Cieżak J., Cieżak W. *Praktyczne aspekty badań strat wody w sieciach wodociągowych*. Ochrona Środowiska 4/2004, Wrocław 2004, s.25–30.
- Tuz P. K., Królikowski A. *Wskazania wodomierzy domowych i mieszkaniowych – przyczyny rozbieżności i metody ich bilansowania*. GWiTS 2/2005, s. 9–17.
- Ustawa Prawo o Miarach z 11 maja 2001 (Dz.U. 63/2001 poz. 636 z późn. zmianami, w szczególności Dz.U. 141/2004, poz. 1493) – tekst jednolity Dz.U. 243/2004, poz. 2441.*

Dr inż. Tomasz Bergel, dr inż. Piotr Bugajski  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej,  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,  
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków,  
tel. (012) 662 41 08,  
e-mail: tbergel@ar.krakow.pl, pbugajsk@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Ratomski*