

WODOMIERZE JEDNOSTRUMIENIOWE KLASY B-H PO 5 LATACH EKSPLOATACJI W SIECI WODOCIĄGOWEJ

Piotr Krzysztof TUZ*, Joanna GWOŹDZIEJ-MAZUR

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Wodomierz w przedsiębiorstwie wodociągowym jest obecnie podstawowym urządzeniem do pomiaru zużycia wody, zarówno wtłoczonej do sieci, jak i u końcowego odbiorcy. Najliczniejszą grupę stanowią urządzenia w średnicach DN 15 i DN 20. Coraz częściej przedsiębiorstwa wodociągowe dla ograniczenia strat wody decydują się na zakup i montaż w sieci wodociągowej wodomierzy klasy C. Wybór typu wodomierza powinien być uzależniony między innymi od jakości wody w sieci. Wodomierze jednostrumieniowe klasy B są lub były w wielu przedsiębiorstwach wodociągowych głównym urządzeniem pomiarowym. Okres pracy wodomierzy w sieci (okres między legalizacjami) wynosi w Polsce 5 lat. W artykule przedstawiono badania właściwości metrologicznych wodomierzy jednostrumieniowych suchobieżnych klasy B po 5 latach eksploatacji w sieciach wodociągowych w różnych przedsiębiorstwach wodociągowych.

Słowa kluczowe: wodomierz, eksploatacja sieci wodociągowej, urządzenie pomiarowe.

1. Wprowadzenie

Problem strat wody występuje praktycznie we wszystkich sieciach wodociągowych na świecie i stanowi często duży problem. W Polsce skala tego problemu uwidoczniła się dopiero w okresie gospodarki rynkowej. Dawniej, na skutek niskiej ceny wody występowało niewłaściwe jej gospodarowanie, co przyczyniło się do jej marnotrawienia i nie przywiązywania uwagi do strat powstających w trakcie użytkowania. Za IWA (*International Water Association*) straty można podzielić na rzeczywiste i pozorne. Straty pozorne rzadziej prezentowane w literaturze są przeważnie utożsamiane z wyborem nieodpowiedniej wielkości urządzenia pomiarowego.

Według IWA (Speruda, 2007) wodę wprowadzoną do sieci dzieli się na dwa rodzaje: wodę zużytą na konsumpcję i straty. Kolejnych podziałów wody konsumowanej (tab. 1) dokonuje się w oparciu o sposób jej rozliczania i obecność przyrządów pomiarowych. Wodę wtłoczoną do sieci wodociągowej podzielono na autoryzowaną konsumpcję i straty. Całkowite straty wody to różnica pomiędzy zmierzoną objętością wody wprowadzoną do sieci wodociągowej a zafakturowaną objętością wody dostarczoną odbiorcom. Straty te z kolei podzielono na straty rzeczywiste i pozorne. Straty rzeczywiste to te, które powstają:

- w stacjach pomp,
- w urządzeniach do uzdatniania wody,
- w zbiornikach wody,
- w sieciach wodociągowych wraz z uzbrojeniem,
- w wewnętrznych instalacjach wodociągowych.

Większość tych strat powstaje w wyniku szczelności przewodów i uzbrojenia sieci wodociągowej lub awarii przewodów.

Na straty pozorne składa się nieautoryzowana konsumpcja – na przykład kradzieże oraz straty powstające w wyniku błędnych pomiarów i odczytu wodomierzy (Czeszczewik i Tuz, 2009). Przyczyn błędów wskazań wodomierzy należy upatrywać w:

- konstrukcji (budowie) wodomierza (w tym materiałów, z których jest wykonany),
- twardości i korozyjności wody w sieci wodociągowej (u końcowego odbiorcy),
- zawartości żelaza i manganu w wodzie z sieci wodociągowej (u końcowego odbiorcy),
- wieku i materiału, z którego wykonana jest sieć wodociągowa,
- liczbie awarii na sieci i częstotliwości jej płukania,
- średnicy wodomierza i doborze do warunków panujących na podłączeniu wodociągowym (przepływy charakterystyczne),

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: p.tuz@pb.edu.pl

Tab. 1. Tworzenie bilansu wody według International Water Association (Speruda, 2007)

Woda wtłoczona do systemu wodociągowego (w tym import)	Autoryzowana konsumpcja	Zafakturowana autoryzowana konsumpcja	Zafakturowana zmierzona konsumpcja (zawierająca wodę eksportowaną)	Woda przynosząca dochód	
			Zafakturowane i niepomierzone zużycie (na przykład klienci ryczałtowi)		
	Straty wody	Niezafakturowana autoryzowana konsumpcja, na przykład woda zużyta do płukania sieci		Niezafakturowana zmierzona konsumpcja	Woda nieprzynosząca dochodu
				Niezafakturowana i niezmiernona konsumpcja	
		Straty rzeczywiste	Starty pozorne	Nieautoryzowana konsumpcja (na przykład kradzieże)	
				Błąd pomiaru i odczytu wodomierzy	
		Straty na sieci przemysłowej i rozdzielczej			
		Straty na zbiornikach magazynujących wodę			
		Straty na przyłączach			

- położeniu w stosunku do źródła wody,
 - występowaniu uderzeń hydraulicznych,
 - sposobie montażu,
 - wyborze klasy metrologicznej urządzenia.
- Straty te szacuje się na poziomie nawet do 10% objętości wody wtłoczonej do systemu wodociągowego.

W zmianie do Dyrektywy 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych (zmiana 2009/137/WE z 10 listopada 2009 roku) możemy przeczytać, iż błędy wodomierza nowego, jak i w eksploatacji nie powinny faworyzować żadnej ze stron umowy na dostarczanie wody i odprowadzanie ścieków. Dotyczy to sytuacji, gdy regulujemy błędy nowego wodomierza przy wykonaniu legalizacji pierwotnej, jak i urządzenia eksploatowanego w sieci wodociągowej. Typ urządzenia wybrany w danym przedsiębiorstwie wodociągowym powinien zabezpieczać obie strony umowy przed przekroczeniem błędów granicznych dopuszczalnych przez cały okres legalizacyjny. Zmiana dyrektywy znalazła swoje odzwierciedlenie w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 16 sierpnia 2010 roku o zmianie do rozporządzenia w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych (Dz. U. nr 163 z 2010 r., poz. 1103). Za zasadne wydaje się więc postawienie pytania o zmianę właściwości metrologicznych urządzeń w czasie ich eksploatacji, na przykład po okresie 5 lat, czyli ważności legalizacji, w zależności od typu i wielkości urządzenia pomiarowego oraz warunków pracy.

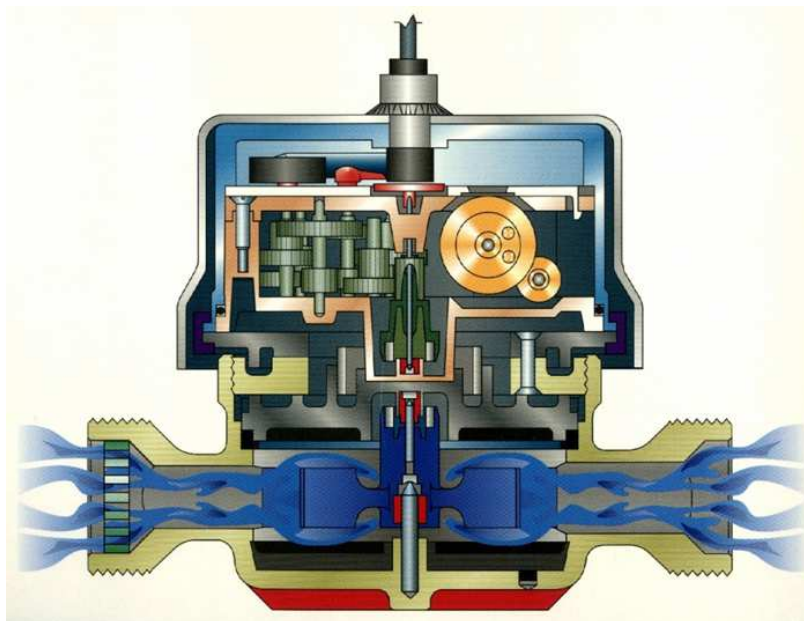
2. Metodyka badań

Celem badań jest sprawdzenie metrologii wodomierzy jednostrumieniowych klasy B po 5 latach eksploatacji i jej wpływu na bilans strat wody w sieciach wodociągowych. Zakres badań obejmował sprawdzenie metrologiczne wodomierzy zdjętych z kilkudziesięciu przedsiębiorstw wodociągowych w Polsce.

Przebadano wodomierze następujących producentów: Minol, Powogaz, Metron, Actaris, Sensus, Fila, Mirometr, ABB/Elster. Wszystkie wodomierze zostały przebadane pod względem metrologicznym na stołach legalizacyjnych zatwierdzonych przez Główny Urząd Miar i posiadających ważną dokumentację stanowiska.



Rys. 1. Wodomierz jednostrumieniowy suchobieżny – komora pomiarowa



Rys. 2. Wodomierz jednostrumieniowy – przekrój (www.sensus.com)

3. Kryteria oceny

Przyjęto, iż w badaniach obowiązują znane z przepisów prawnych kryteria dla oceny metrologii wodomierzy nowych i w użytkowaniu:

- a) błąd graniczny dopuszczalny (MPE) dodatni lub ujemny, objętości dostarczanych przy strumieniach objętości pomiędzy pośrednim strumieniem objętości Q_t (włącznie) a maksymalnym strumieniem objętości Q_{max} wynosi:
 - $\pm 2\%$ dla wody o temperaturze $< 30^\circ\text{C}$,
 - $\pm 3\%$ dla wody o temperaturze $> 30^\circ\text{C}$,
- b) błąd graniczny dopuszczalny dodatni lub ujemny, objętości dostarczanych przy strumieniach objętości pomiędzy minimalnym strumieniem objętości (Q_{min}) i pośrednim strumieniem objętości (Q_t) (wyłączenie) wynosi 5% niezależnie od temperatury wody.

W Polsce podczas sprawdzania wodomierzy w eksploatacji obowiązują błędy graniczne w użytkowaniu – podwójne w stosunku do błędów dla legalizacji pierwotnej i ponownej. Błąd graniczny dopuszczalny (MPE) dodatni lub ujemny, objętości dostarczanych przy strumieniach objętości pomiędzy pośrednim strumieniem objętości (Q_t) (włącznie) a przeciążeniowym strumieniem objętości (Q_{max}) wynosi:

- $\pm 4\%$ dla wody o temperaturze $< 30^\circ\text{C}$,
- $\pm 6\%$ dla wody o temperaturze $> 30^\circ\text{C}$,

Błąd graniczny dopuszczalny dodatni lub ujemny, objętości dostarczanych przy strumieniach objętości pomiędzy minimalnym strumieniem objętości Q_1 (Q_{min}) i pośrednim strumieniem objętości Q_2 (Q_t) (wyłączenie) wynosi $+10\%$ niezależnie od temperatury wody.

Jeśli na wniosek odbiorcy wody wykonano ekspertyzę wodomierza i nastąpiło przekroczenie błędów granicznych dopuszczalnych w użytkowaniu rozpoczyna się procedura korekty naliczonych opłat.

4. Analiza wyników badań

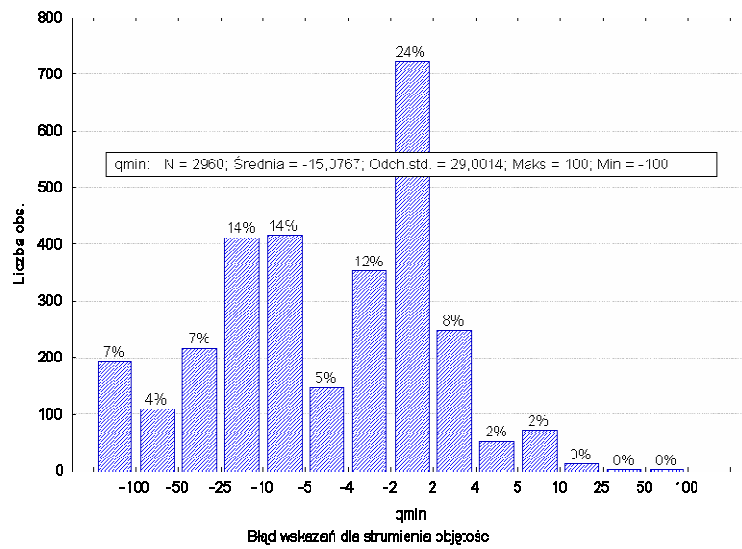
Rozkład błędów metrologicznych wodomierzy przeprowadzono w oparciu o zatwierdzenie typu tych urządzeń dla charakterystycznych strumieni objętości: $Q_n = 1,5$ (2,5) m^3/h , $Q_t = 120$ L/h (200)l/h, $Q_{min} = 30$ (50) L/h.

W wyniku przeprowadzonej analizy wodomierzy jednostrumieniowych klasy B DN 15 i 20 stwierdzono, iż w populacji wodomierzy 51% nie mieściła się w błędach pierwotnych, a 33% nie mieściła się w błędach granicznych dopuszczalnych w eksploatacji – użytkowych dla przepływu minimalnego. Średni błąd przebadanej populacji wodomierzy o średnicy nominalnej DN 15-20 dla przepływu minimalnego wynosi $-15,07\%$ i nie mieści się w błędzie granicznym dopuszczalnym dla tego strumienia objętości (tab. 2 i rys. 3).

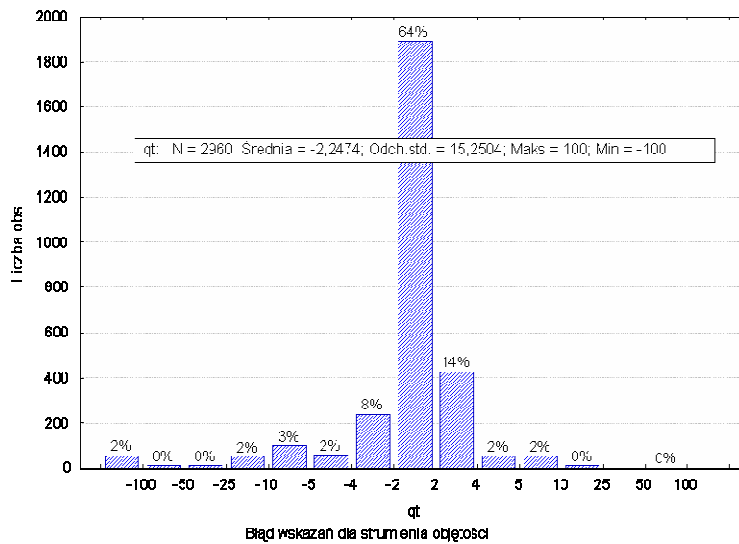
Dla parametru przepływu przejściowego Q_t zanotowano 14% wodomierzy z błędem przekraczającym maksymalny błąd graniczny dopuszczalny w użytkowaniu. W granicach błędu pierwotnego mieściło się 64% przebadanych wodomierzy (tab. 2 i rys. 4). Średni błąd dla przepływu przejściowego w analizowanej próbie wynosi $-2,24\%$ i nie mieści się w granicach błędu pierwotnego.

Dla parametru przepływu nominalnego Q_n poza zakresem dopuszczalnego błędu granicznego w użytkowaniu, czyli przedziału $\langle -4\%, 4\% \rangle$ znalazło się 12% badanych wodomierzy. Stwierdzono, iż 67% populacji mieści się w granicach błędu pierwotnego dla tego strumienia objętości (tab. 2 i rys. 5). Średni błąd dla przepływu nominalnego w analizowanej próbie wynosi $-1,74\%$ i mieści się w granicach błędu pierwotnego.

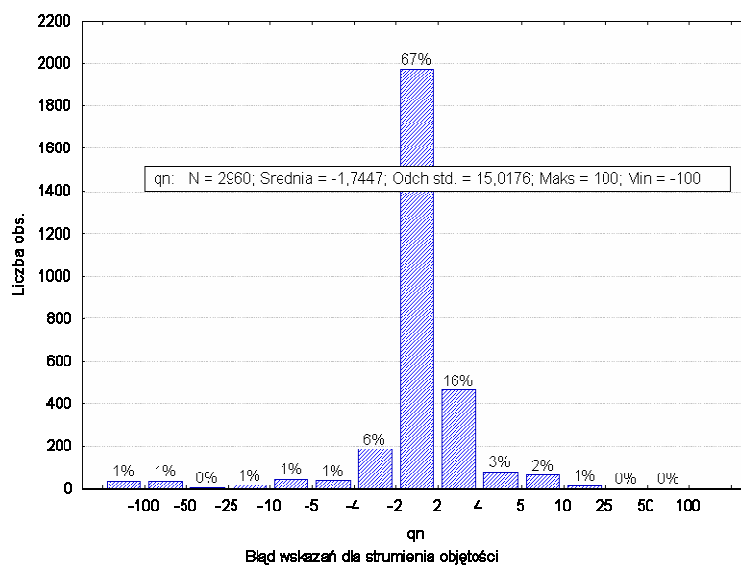
Przeprowadzono również analizę rozrzutu wyników ze względu na objętość wody w m^3 użytkowanych wodomierzy i z podziałem na producentów urządzeń (rys. 6-8).



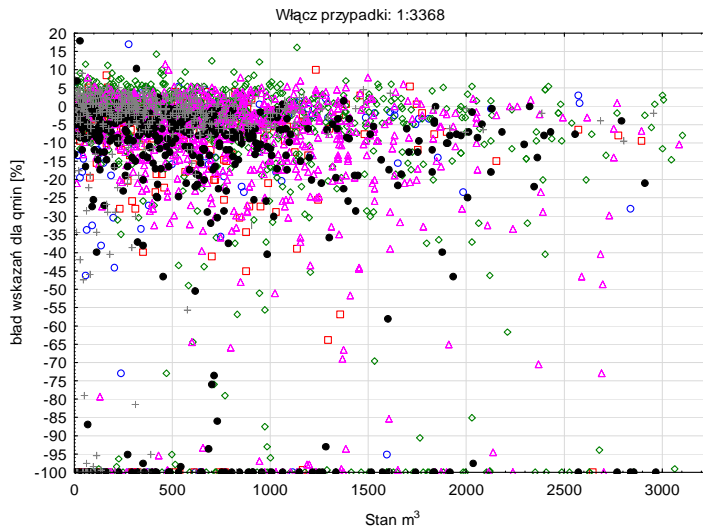
Rys. 3. Rozkład błędów dla strumienia objętości Qmin



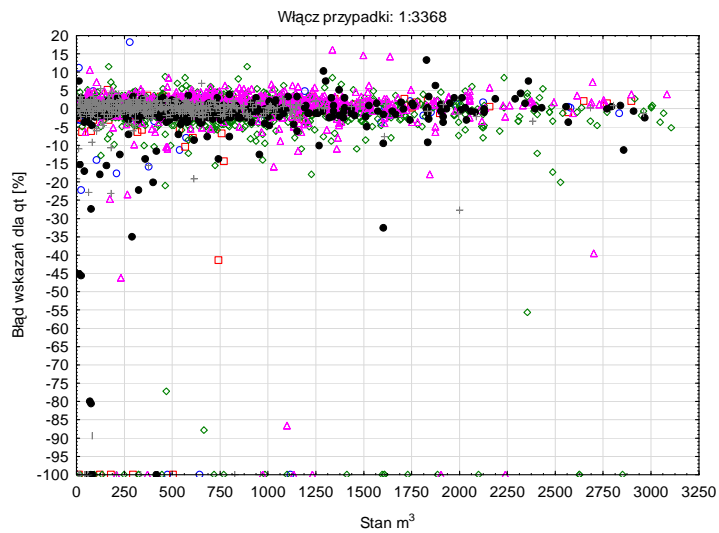
Rys. 4. Rozkład błędów dla strumienia objętości Qt



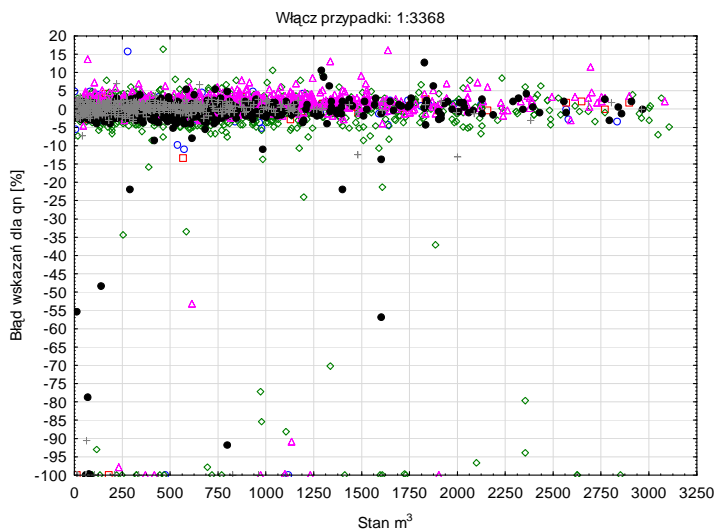
Rys. 5. Rozkład błędów dla strumienia objętości Qn



Rys. 6. Krzywa rozrzutu błędów metrologicznych w zależności od stanu wodomierza dla strumienia Q_{min} oraz różnych producentów



Rys. 7. Krzywa rozrzutu błędów metrologicznych w zależności od stanu wodomierza dla strumienia Q_t oraz różnych producentów



Rys. 8. Krzywa rozrzutu błędów metrologicznych w zależności od stanu wodomierza dla strumienia Q_n oraz różnych producentów

Tab. 2. Statystyki opisowe wodomierza DN 15-20 w klasie B dla różnych producentów urządzeń

Producent	Średni błąd wskazań dla strumienia			Mediana			Stan m ³	Liczba przebadanych urządzeń
	Qn %	Qt %	Qmin %	Qn %	Qn %	Qn %		
A	-2,03	-0,79	-5,39	-	-	-	164	81
B	-4,40	-0,95	-8,40	-	-	-	252	149
C	-0,24	-2,01	-14,52	0,59	0,45	-3,55	621	158
D	-1,43	-2,04	-7,40	0,53	0,40	-1,00	644	492
E	-0,19	-1,64	-13,99	0,27	0,80	-5,00	675	134
F	-1,35	-1,77	-21,05	-0,86	-0,50	-8,00	900	436
G	-0,43	-1,12	-7,25	-0,08	0,00	-1,57	986	919
H	3,08	2,28	-10,07	1,43	1,40	-5,00	1058	801

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Wodomierze jednostrumieniowe klasy B stanowią w wielu przedsiębiorstwach wodociągowych podstawowe urządzenia pomiarowe. Za takim ich traktowaniem przemawia jednak jedynie cena tych urządzeń. Straty pozorne, które generują w stosunku do wodomierzy klasy C, można szacować na nawet 5% mierzonej objętości.

Jakość wody oraz konstrukcja tych urządzeń decydują w głównej mierze o ich trwałości metrologicznej, a więc o wzroście błędów wskazań powyżej MPE.

Najbardziej wrażliwym parametrem jest minimalny strumień objętości, dla którego stwierdzono, iż w całej przebadanej populacji 51% nie mieściła się w błędach pierwotnych, zaś 33% nie mieściła się w błędach granicznych dopuszczalnych w eksploatacji (średnie).

Jeśli po pięciu latach eksploatacji wodomierzy zażądano by wykonania ich ekspertyzy, okazałyby się, iż 37% nie mogłoby pod względem metrologicznym być dalej stosowana – eksploatowana.

Nie ma w literaturze jednoznacznej odpowiedzi, który z parametrów: średnia czy mediana lepiej opisują błędy wodomierzy przy ocenie strat pozornych wody w sieci wodociągowej. Brak na tą chwilę jest modelu obrazującego kształtowanie się strat pozornych wody.

Literatura

- Czeszczewik D., Tuz P. (2009). Dobór i eksploatacja wodomierzy. *Rynek Instalacyjny*, 5/2009, 35-38.
- Dyrektywa Komisji 2009/137/WE z dnia 10 listopada 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie przyrządów pomiarowych w zakresie wykorzystania błędów granicznych dopuszczalnych, w odniesieniu do załączników MI-001 do MI-005 dotyczących przyrządów
- Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 16 sierpnia 2010 roku o zmianie do rozporządzenia w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych. Dz. U. nr 163 z 2010 r., poz. 1103.
- Speruda S. (2007). Kurs operatora sieci wodociągowej. Ograniczenia strat wody z wycieków. *Akademia Strat Wody. WATERKEY*, Warszawa 2007.

SINGLE YET WATER METERS IN B-CLASS (HORIZONTAL)

AFTER 5 YEAR EXPLOITATION IN WATER SYSTEMS

Abstract: Water meter in waterwork company is the basic measuring instrument for water consumption measuring, both pumped into the water network as well as at the final recipient. The largest group consists of devices within DN 15 and DN 20 sizes. More and more often, water companies decide to purchase and install water meters of a class C in the water supply network to reduce water losses. Selection of the type of the meter should be subjected to ex. quality of the water in the network. Single-Class B Meters have been the main water measuring device in many companies. The operation time period of water meters in the water network (legalization period) is in Poland five years. The paper presents a study on the metrological characteristics of single dry running meters of a Class B after 5 years of use in water distribution networks, in different water companies.