

Piotr Wichowski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Przemysław Sawiak

PIAS-KAN Sp. z o.o.



Analiza rozbiórów wody w kontekście poprawności doboru wodomierza głównego na przykładzie wybranych budynków wielorodzinnych

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki pomiarów zużycia wody w wybranych budynkach wielorodzinnych dwóch spółdzielni mieszkaniowych. Podniesiono problem rozbieżności obliczeniowych rozbiórów wody w stosunku do rozbiórów rzeczywistych. Obserwowana struktura zużycia wody jest często odmienna od teoretycznej, co może mieć wpływ na poprawność doboru wodomierza głównego, a w efekcie na dokładność jego wskazań.

1. Zasady doboru wodomierzy do przyłączy wodociągowych budynków wielorodzinnych

Właściwy dobór wodomierza głównego do przyłącza wodociągowego budynku wielorodzinnego jest tematem ważnym, ponieważ tylko dobór odpowiedniego wodomierza do konkretnego budynku będzie oznaczać jego bezproblemową eksploatację i zachowanie odpowiednich parametrów pomiarowych, które będą stabilne w pięcioletnim okresie eksploatacji [7, 18]. Sam dobór zależy ściśle od tego, jak jest obliczany przepływ wody występujący lub prognozowany w przyłączy wodociągowym. Przede wszystkim obliczeniowy przepływ wody można przyjąć według normy [14], która opiera się na określeniu średniego wypływu wody z poszczególnych urządzeń czerpalnych w lokalu. Prawdopodobieństwo, by nastąpił pobór wody z wszystkich punktów instalacji w jednej chwili jest odwrotnie proporcjonalne do wielkości instalacji [1]. Przepływ obliczeniowy uwzględnia ten fakt i dla budynku wielorodzinnego wyznaczany jest z równania 1 [14] (dla $\Sigma q < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$):

$$q = 0,682 \left(\sum q_n \right)^{0,45} - 0,14 \quad [\text{dm}^3/\text{s}] \quad (1)$$

gdzie:

 q – przepływ obliczeniowy $[\text{dm}^3/\text{s}]$, q_n – normatywny wypływ z punktu czerpального $[\text{dm}^3/\text{s}]$.

Norma [14] jest wymagana przy projektowaniu przyłączy wodociągowych

przez wielu dostawców wody [16, 21, 22], choć należy pamiętać, że norma ta nie ma obecnie statusu normy obowiązującej, a została zastąpiona normą europejską [15]. Z uwagi na fakt, iż norma [14] była zgodna z przepływami charakterystycznymi wodomierzy według Głównego Urzędu Miar, przepływ maksymalny wodomierza wbudowanego w przyłączy powinien wynosić:

$$q_w = q \cdot 2 \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2)$$

gdzie:

 q_w – przepływ maksymalny wodomierza $[\text{m}^3/\text{h}]$, q – przepływ obliczeniowy $[\text{m}^3/\text{h}]$.

Znając przepływ obliczeniowy przyłącza należy dobrać wodomierz przy wykorzystaniu przepływu nominalnego i maksymalnego tak, by była spełniona powyższa zależność przepływów (2). Od 2016 roku wchodzi w życie Dyrektywa [4], która zmienia stosunki przepływów charakterystycznych wodomierzy. Według niej równanie 2 powinno przyjąć zależność 3. Oznacza to, że należy dobierać wodomierze o mniejszym przepływie maksymalnym w stosunku do przepływu obliczeniowego:

$$q_w = q \cdot 1,25 \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3)$$

Powyższa Dyrektywa wychodzi na przeciw doświadczeniom eksploatacyjnym, na podstawie których Chudzicki i Sosnowski [2] podają, że dobór wodomierza można uznać za poprawny, jeśli jest spełniony warunek:

$$q \leq 0,7 \cdot q_w \quad (4)$$

Pamiętać należy, że oprócz normy [14] dopuszczana jest możliwość partego obliczeniami lub pomiarami odejścia od niej [9]. Rozporządzenie [19] może służyć do obliczenia przepływu średniego dobowego, jako jedyne jest prawnie ważnym sposobem obliczeń zawartym w ustawodawstwie. Wykorzystując współczynniki nierównomierności rozbioru podawane w literaturze [12] można określić przepływy ekstremalne dobowe i godzinowe. Jeśli budynek, dla którego obliczany jest przepływ, posiada instalację przeciwpożarową, należy uwzględnić ilość wody konieczną do celów przeciwpożarowych i ochronnych. Obecność instalacji przeciwpożarowej wymusza bowiem budowę przyłącza wodociągowego dla parametrów wymaganych Rozporządzeniem [20].

2. Urządzenia pomiarowe wykorzystane do badań

Pomiary przepływów wody wykonane zostały przy użyciu wodomierzy mechaniczno-elektronicznych hiszpańskiej firmy Contazara model CZ3000 o średnicach DN15, DN20 i DN32. Wodomierz Contazara CZ3000 charakteryzuje się współczynnikiem R według MID na poziomie R200 [3], co według GUM jest odpowiednikiem klasy D, czyli najwyższej [4, 18].

Montaż wodomierza będącego urządzeniem pomiarowym odpowiadał

wymaganiom stawianym przez Rozporządzenie Ministra Gospodarki [17], zaś sam wodomierz odpowiadał wymaganiom Rozporządzenia [18].

3. Metodyka zbierania danych

Pomiary rzeczywistych przepływów wody zostały wykonane na przyłączach wodociągowych budynków wielorodzinnych należących do zasobów dwóch spółdzielni mieszkaniowych zlokalizowanych w różnych miastach położonych na wschód od Warszawy. Spółdzielnia pierwsza została oznaczona jako SM1 zaś spółdzielnia druga jako SM2.

W spółdzielni SM1 dokonano pomiarów w 15 budynkach. Badane budynki tej spółdzielni oznaczono ciągiem kodów SM1B1–SM1B15, które są kombinacją oznaczenia spółdzielni i narastającym numerem porządkowym budynku. W spółdzielni SM2 dokonano pomiarów w 5 budynkach. Badane budynki oznaczono ciągiem kodów SM2B1–SM2B5.

Dane pomiarowe były rejestrowane przez urządzenie w sposób automatyczny [11], a następnie zgrywane do komputera z wykorzystaniem modułu komunikacyjnego Contazara CZ2000 EKO oraz oprogramowania CzHome, dostarczonego wraz z modułem komunikacyjnym [3, 5]. Monitorowanie położenia śruby wodomierza odbywało się w sposób ciągły z wykorzystaniem impulsatorów. W pamięci rejestratora następowało sumowanie przepływów wody dla każdego częściowego zakresu natężenia przepływu. Rejestrowany i zliczany był zatem każdy start wodomierza. Jest to istotne z punktu widzenia trwałości ułożyskowania wodomierza pracującego w danym budynku [6, 8, 10, 13]. W trakcie trwania badania urządzenie automatycznie określiło także miarodajny przepływ minimalny i maksymalny wody w budynku.

Miarodajny przepływ minimalny, to przepływ chwilowy o najmniejszym natężeniu, którego objętość jednokrotnie wyniosła przynajmniej 10 dm³ ze stałym natężeniem w trakcie trwania badania. Podobnie, miarodajny przepływ maksymalny, to przepływ chwilowy o największym natężeniu, którego objętość jednokrotnie wyniosła przynajmniej 10 dm³ ze stałym natężeniem w trakcie trwania badania [3].

Czas trwania badania poszczególnych budynków zależał ściśle od decyzji spółdzielni będącej właścicielem

budynku i był uzależniony od stopnia niezgodności bilansu wody danego budynku.

Rejestrowanie danych kończyło się wraz ze zdemontowaniem urządzenia pomiarowego z przyłącza wodociągowego. Zakresy przepływów zależały od średnicy wodomierza rejestrującego i były określone przez producenta. Każda z średnic wodomierza miała 8 takich zakresów.

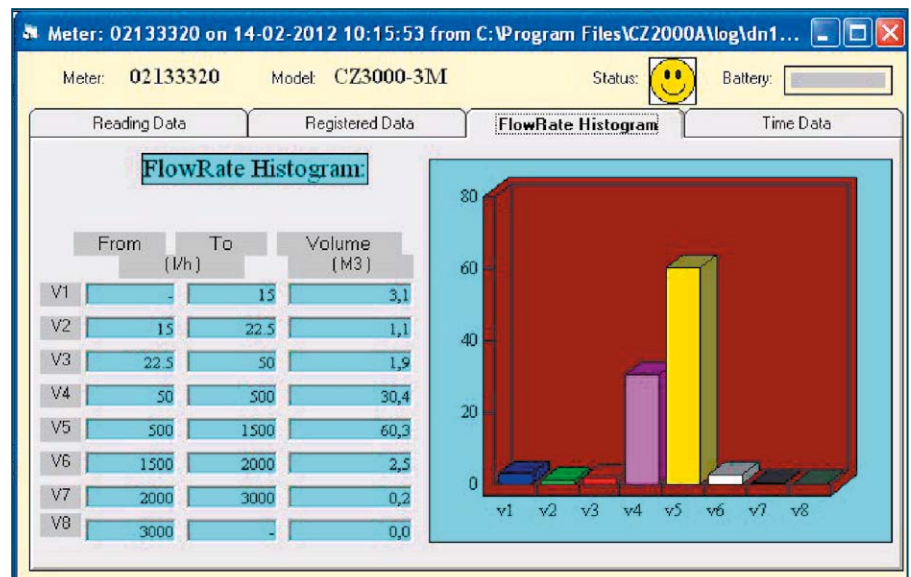
Zebrałe dane pomiarowe odczytano z wykorzystaniem dedykowanego programu komputerowego.

4. Analiza rozbiórów wody

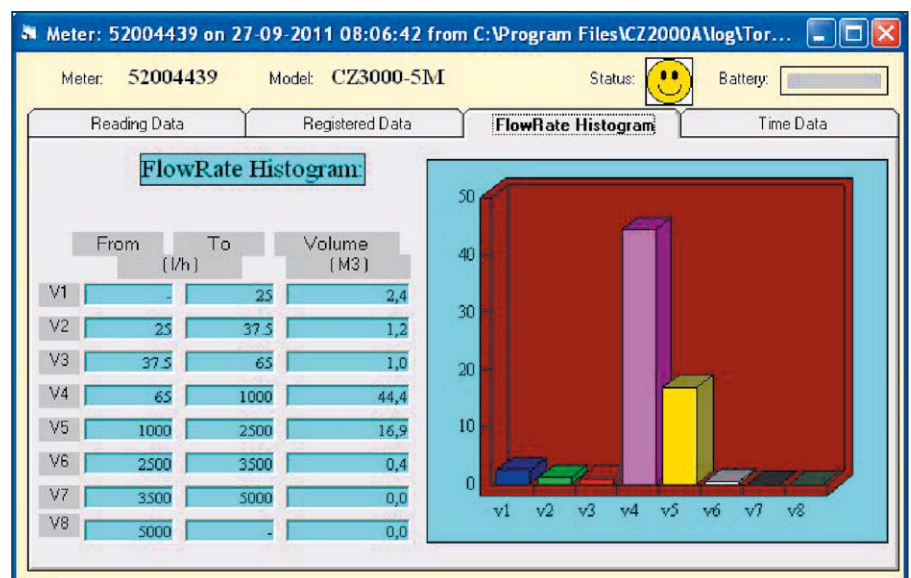
Na rys. 1–3 przedstawiono objętości wody pobrane w poszczególnych zakresach natężeń przepływu dla wybranych wodomierzy o średnicy DN15, DN20

i DN32. Dodatkowo, w postaci wykresu słupkowego zobrazowano histogram rozbiórów wody w poszczególnych zakresach pomiarowych.

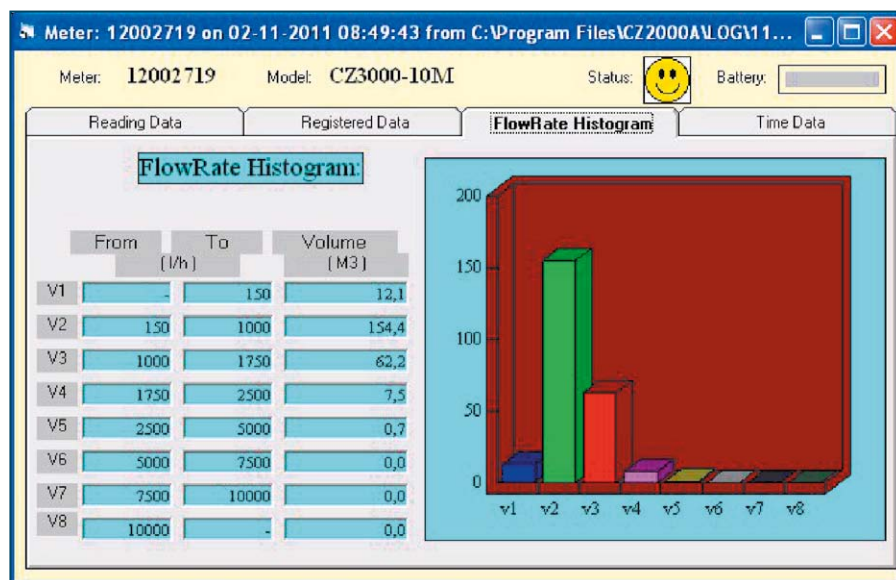
Wyniki badań przedstawione na rys. 1–3 wskazują, że ponad 90% poboru wody odbywa się w dwóch średnich zakresach pomiarowych natężeń przepływu. Jednak objętość wody pobieranej w zakresie niskich natężeń przepływu jest znacznie wyższa niż w obrębie przepływów wysokich. Przepływy wysokie mają charakter incydentalny, o czym świadczą zerowe lub niewielkie ilości wody zarejestrowane w tych zakresach. Badania wykazały, że wodomierze dobrane według starych wytycznych są za duże w stosunku do potrzeb. Uzasadnia to potrzebę wprowadzania wodomierzy mniejszych (mniejsze q_w w stosunku do q), aby uzyskać większą



Rys. 1. Objętości pobranej wody w poszczególnych zakresach pomiarowych wodomierza DN15 z programu CzHome [3]



Rys. 2. Objętości pobranej wody w poszczególnych zakresach pomiarowych wodomierza DN20 z programu CzHome [3]



Rys. 3. Objętości pobranej wody w poszczególnych zakresach pomiarowych wodomierza DN32 z programu CzHome [3]

dokładność pomiaru w obrębie przepływów niskich.

W tab. 1 zestawiono teoretyczne przeciętne normy zużycia wody na osobę według Rozporządzenia [19] z pomierzonym jednostkowym zużyciem wody w poszczególnych budynkach. We wszystkich przypadkach rzeczywiste jednostkowe rozbiory wody okazały się niższe od teoretycznych.

Wśród analizowanych budynków 6 charakteryzowało się 4 klasą wyposażenia (lokalne źródło ciepłej wody) natomiast 14 charakteryzowało się 5 klasą wyposażenia (centralne źródło ciepłej wody). Średnio pomierzone jednostkowe zużycie wody przez mieszkańców dla budynków z 4 klasą wyposażenia wyniosło

72,7 dm³/(M · d), co stanowi 72,7% wartości teoretycznej podawanej w rozporządzeniu [19]. Dla budynków z 5 klasą wyposażenia średnie jednostkowe zużycie wyniosło 90,4 dm³/(M · d), co stanowi 56,5% wartości teoretycznej.

Zgodnie ze wzorem 5 możemy obliczyć teoretyczny przepływ maksymalny dobowy:

$$Q_{d \max} = Q_{d \text{ sr}} \cdot N_d \quad [\text{m}^3/\text{d}], \quad (5)$$

gdzie:

$Q_{d \text{ sr}}$ – średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę obiektu w ciągu roku [m³/d],

$Q_{d \max}$ – maksymalne dobowe zapotrzebowanie na wodę obiektu w ciągu roku [m³/d],

N_d – współczynnik nierównomierności dobowego rozbiory wody [-].

Teoretyczne maksymalne przepływy godzinowe możemy obliczyć według wzoru 6:

$$Q_{b \max} = \frac{Q_{d \max} \cdot N_b}{24} \quad [\text{m}^3/\text{h}], \quad (6)$$

gdzie:

$Q_{b \max}$ – maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na wodę obiektu w ciągu doby o największym zapotrzebowaniu na wodę [m³/h],

N_b – współczynnik nierównomierności godzinowego rozbiory wody [-].

Na podstawie wzorów 5 i 6 oszacowano przepływy maksymalne dobowe i godzinowe. Do kalkulacji przyjęto współczynnik nierównomierności dobowej $N_d = 1,3$ oraz $N_b = 1,8$ zgodnie z zaleceniami Kwietniewskiego [12]. Oszacowany w ten sposób teoretyczny przepływ maksymalny godzinowy zestawiono w tab. 2 z zarejestrowanym w trakcie pomiarów miarodajnym przepływem maksymalnym.

Dla wszystkich analizowanych budynków zarejestrowany miarodajny przepływ maksymalny był średnio 4,5-krotnie wyższy od teoretycznego przepływu maksymalnego godzinowego. Jak już wcześniej wykazano, zarejestrowany przepływ maksymalny miarodajny nie musi mieć wpływu na przepływ maksymalny wodomierza q , gdyż przepływy wysokie występują stosunkowo rzadko.

Tab. 1. Zestawienie rozbiórów dla analizowanych budynków

Lp.	Sygnatura	Liczba mieszkańców	Klasa wyposażenia [18]	Rozbór jednostkowy		Rozbór średni dobowy		Rozbór teoret. [%]
				Teoretyczny [dm ³ /dM]	Rzeczywisty [dm ³ /dM]	Teoretyczny [m ³ /d]	Rzeczywisty [m ³ /d]	
1	SM1B01	87	4	100	78,9	8,700	6,864	78,89%
2	SM1B02	60	5	160	114,2	9,600	6,850	71,35%
3	SM1B03	57	4	100	92,0	5,700	5,244	92,00%
4	SM1B04	78	5	160	91,2	12,480	7,115	57,01%
5	SM1B05	46	4	100	96,1	4,600	4,421	96,11%
6	SM1B06	44	5	160	124,8	7,040	5,492	78,01%
7	SM1B07	90	4	100	87,8	9,000	7,900	87,78%
8	SM1B08	96	5	160	73,1	15,360	7,020	45,70%
9	SM1B09	70	4	100	71,2	7,000	4,982	71,17%
10	SM1B10	57	4	100	83,2	5,700	4,743	83,21%
11	SM1B11	61	5	160	84,4	9,760	5,150	52,77%
12	SM1B12	66	5	160	92,0	10,560	6,071	57,49%
13	SM1B13	74	5	160	105,6	11,840	7,813	65,98%
14	SM1B14	84	5	160	49,3	13,440	4,143	30,82%
15	SM1B15	42	5	160	79,6	6,720	3,343	49,74%
16	SM2B01	87	5	160	103,7	13,920	9,020	64,80%
17	SM2B02	96	5	160	90,1	15,360	8,653	56,33%
18	SM2B03	31	5	160	72,2	4,960	2,238	45,12%
19	SM2B04	129	5	160	93,8	20,640	12,101	58,63%
20	SM2B05	132	5	160	91,7	21,082	12,106	57,32%

Tab. 2. Zestawienie teoretycznego przepływu godzinowego maksymalnego z pomierzonym miarodajnym przepływem maksymalnym

Lp.	Sygnatura	Teoretyczny przepływ maksymalny godzinowy [m ³ /h]	Pomierzony maksymalny przepływ miarodajny [m ³ /h]	Różnica [%]
1	SM1B01	0,761	2,660	349,43%
2	SM1B02	0,840	3,475	413,69%
3	SM1B03	0,499	3,952	792,38%
4	SM1B04	1,092	3,069	281,04%
5	SM1B05	0,403	2,816	699,63%
6	SM1B06	0,616	3,086	501,22%
7	SM1B07	0,788	3,264	414,48%
8	SM1B08	1,344	4,638	345,09%
9	SM1B09	0,613	2,266	369,96%
10	SM1B10	0,499	2,377	476,59%
11	SM1B11	0,854	3,206	375,41%
12	SM1B12	0,924	2,921	316,13%
13	SM1B13	1,036	4,079	393,73%
14	SM1B14	1,176	1,928	163,95%
15	SM1B15	0,588	2,675	454,93%
16	SM2B01	1,218	3,432	281,77%
17	SM2B02	1,344	4,737	352,46%
18	SM2B03	0,434	5,419	1248,62%
19	SM2B04	1,806	4,131	228,74%
20	SM2B05	1,845	8,041	435,90%

Z punktu widzenia poprawności wskazań wodomierza istotna jest również ilość startów wodomierza, które z kolei przekładają się na trwałość łożysk wirnika wodomierza. W tab. 3 przedstawiono przeciętną dobową liczbę startów wodomierza w badanych budynkach w przeliczeniu na mieszkańca.

Średnio dla wszystkich analizowanych budynków zarejestrowano w ciągu doby 831 cykli start/zatrzymanie wodomierza, co dało średnią 13 cykli dziennie w przeliczeniu na mieszkańca (15,2 przy czwartej klasie wyposażenia oraz 12,6 przy piątej). Odnosząc te wyniki

do podawanych w literaturze trwałości łożysk na poziomie 100 000 cykli, zużycie łożysk skutkujące pogorszeniem dokładności wskazań wodomierza może nastąpić już po ok. 120 dniach eksploatacji. Przy doborze wodomierzy należy więc zwracać uwagę na trwałość łożysk deklarowaną przez producenta.

5. Wnioski

Obecnie doboru wodomierza dokonuje się najczęściej na podstawie przepływu obliczeniowego określanego

według normy, która nie ma statusu normy obowiązującej.

Według dyrektywy MID mającej obowiązywać od 2016 r., należy dobierać wodomierze o mniejszym przepływie maksymalnym w stosunku do przepływu obliczeniowego niż według obecnie stosowanych wytycznych GUM.

Przeciętne jednostkowe wskaźniki zużycia wody podawane w rozporządzeniu [19] są wyższe od pomierzonych, co może prowadzić do przewymiarowania dobieranego wodomierza.

Struktura rozkładu zużycia wody wskazuje, że ponad 90% zużywanej wody odbywa się w dwóch pośrednich zakresach rozbioru.

Przeprowadzone badania struktury rozbiórów wody w poszczególnych zakresach pomiarowych uzasadniają tendencję wprowadzania wodomierzy mniejszych (mniejsze q_w), aby skoncentrować się na większej dokładności pomiaru w obrębie przepływów niskich. Przepływy maksymalne mają charakter incydentalny, o czym świadczy stosunkowo niska objętość wody pobrana w najwyższych zakresach pomiarowych.

Zużycie łożysk wirnika wodomierza może prowadzić do pogorszenia dokładności jego wskazań w okresie krótszym, niż wynikającym z okresu legalizacji.

Aby poprawnie dobrać wodomierz powinno się posiadać zbiór danych empirycznych dotyczących struktury rozbiórów wody w budynku.

Należy spodziewać się coraz szerszego stosowania rejestracji on-line przy pomiarach objętości zużywanej wody i kontroli efektywności pracy instalacji i sieci wodociągowych.

Tab. 3. Zestawienie liczby startów wodomierza rejestrującego w badanych budynkach

Lp.	Sygnatura	Przeciętna dobową liczbą startów wodomierza	Liczba mieszkańców	Przeciętna dobową liczbą startów wodomierza na mieszkańca
1	SM1B01	994	87	11
2	SM1B02	674	60	11
3	SM1B03	781	57	14
4	SM1B04	386	78	5
5	SM1B05	959	46	21
6	SM1B06	890	44	20
7	SM1B07	616	90	7
8	SM1B08	1309	96	14
9	SM1B09	1325	70	19
10	SM1B10	1096	57	19
11	SM1B11	922	61	15
12	SM1B12	812	66	12
13	SM1B13	575	74	8
14	SM1B14	851	84	10
15	SM1B15	774	42	18
16	SM2B01	655	87	8
17	SM2B02	832	96	9
18	SM2B03	931	31	30
19	SM2B04	793	129	6
20	SM2B05	471	132	4

6. Literatura

- [1] Bergel T.: *Poprawność doboru i montażu wodomierzy mieszkaniowych w budynkach wielorodzinnych*, Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2/2012, ss. 46-48.
- [2] Chudzicki J., Sosnowski S.: *Instalacje wodociągowe. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja*, Warszawa 2005.
- [3] Data sheet of Contazara CZ3000.
- [4] Dyrektywa 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych.
- [5] http://www.mediamiar.pl/userfiles/file/Instrukcja_obsługi_CZ3000%201.pdf; Instrukcja eksploatacji wodomierza Contazara CZ3000 (2014-08-23).
- [6] Koral W.: *Badania metrologii wodomierzy indywidualnych w budynku wielorodzinnym po 12-letnim okresie eksploatacji*, Instal: Teoria i praktyka w instalacjach, 5/2013, s. 28-32.
- [7] Koral W.: *Błędy wodomierzy śrubowych w przypadku ich nieprawidłowego montażu*,

- Instal: Teoria i praktyka w instalacjach, 5/2010, ss. 25-26.
- [8] Koral W.: *Błędy wskazań wodomierzy wynikające z jakości ich wykonania – studium przypadku*, Instal: Teoria i praktyka w instalacjach, 5/2008, ss. 8-9.
- [9] Koral W.: *Statystyczne metody doboru średnicy i ocena poprawności wskazań wodomierzy głównych instalowanych w budynkach wielorodzinnych*, Instal: Teoria i praktyka w instalacjach, 5/2005, ss. 16-19.
- [10] Koral W.: *Wymagania wobec wodomierzy w dyrektywie MID z punktu widzenia odbiorcy końcowego*, Instal: Teoria i praktyka w instalacjach, 11/2006, ss. 48-49.
- [11] Kwietniewski M., Gębski W., Wronowski N.: *Monitorowanie sieci wodociagowych i kanalizacyjnych*. Monografie. Seria: *Wodociągi i kanalizacja* nr 10, Warszawa 2005.
- [12] Kwietniewski M., Olszewski W., Osuch-Pajdzińska E.: *Projektowanie elementów systemu zaopatrzenia w wodę*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [13] OIML R 49-1 2003: *Water meters intended for the metering of cold potable water and hot water meters*, APEC/APLMF Training Courses in Legal Metrology at September 23-26, 2008, Hanoi, Vietnam.
- [14] PN-B-01706:1992 *Instalacje wodociagowe – projektowanie*.
- [15] PN-EN 806-3:2006 *Wymagania dotyczące wewnętrznych instalacji wodociagowych do przesyłu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Część 3: Wymiarowanie przewodów – Metody uproszczone*.
- [16] *Procedura doboru wodomierzy*, MPWiK Włocławek 2012.
- [17] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 23 października 2007 roku w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać wodomierze, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz.U. nr 209 poz. 1513).
- [18] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 7 stycznia 2008 roku w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz.U. nr 5 poz. 29).
- [19] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 14 stycznia 2002 roku w sprawie określania przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. nr 8 poz. 70).
- [20] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 16 czerwca 2003 roku w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. nr 121 poz. 1139).
- [21] *Wytyczne eksploatacyjne do projektowania przyłączy wodociagowych i kanalizacyjnych*, MPWiK Warszawa, wydanie 1.
- [22] *Wytyczne projektowania i budowy*, MPWiK Wrocław 2010.

PIAS 
 **KAN**

PIAS-KAN Sp. z o.o.
 Al. Prymasa Tysiąclecia 78D
 01-424 Warszawa
 piaskan@piaskan.pl
 www.wodomierze.eu