

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2017), 26 (3), 373–382
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2017), 26 (3)
Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2017), 26 (3), 373–382
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2017), 26 (3)
<http://iks.pn.sggw.pl>
DOI 10.22630/PNIKS.2017.26.3.36

Piotr WICHOWSKI, Gabriela RUTKOWSKA, Przemysław SAWIAK

Katedra Inżynierii Budowlanej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Department of Civil Engineering, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

Analiza porównawcza wybranych metod stosowanych do obliczania instalacji wodociągowych

Comparative analysis of selected methods used to calculate water installations

Słowa kluczowe: przepływ obliczeniowy, straty ciśnienia, budynki wielorodzinne

Key words: design flow-rate, pressure losses, multi-family buildings

Wprowadzenie

Tradycyjne metody projektowania oraz informacje związane z obliczaniem instalacji wodociągowych wykonanych z różnych materiałów zostały opisane w wielu publikacjach (Brydak-Jeżowiecka, Nowakowski i Malinowski, 1994; Żuchowicki, 2002; Jeżowiecki i Nowakowski, 2010; Chudzicki i Sosnowski, 2011; Nowakowski, 2011; Siwiec, Wichowski, Kalenik i Morawski, 2012). Zgodnie z obwieszczeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju (Obwieszczenie z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie wa-

runków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. 2015, poz. 1422) instalacja wodociągowa powinna być zaprojektowana w sposób zapewniający zaopatrzenie w wodę budynku zgodnie z jego przeznaczeniem oraz powinna spełnić wymagania określone w polskiej normie dotyczącej projektowania instalacji wodociągowej. Obwieszczenie to przywołuje do ustalania przepływów obliczeniowych normę PN-B-01706:1992. Polski Komitet Normalizacyjny przyznaje status normy aktualnej normie europejskiej PN-EN 806-3:2006, a norma PN-B-01706:1992 ma status normy wycofanej. W artykule porównano metodykę oraz uzyskane wyniki obliczeń instalacji wodociągowej według obu norm. Wyniki te przedstawiono w świetle wyników badań własnych oraz formuł proponowanych przez Tuza (2005) oraz Orłowską (2006).

Material i metoda

Wymiarowanie przewodów wodociagowych polega na określeniu średnic przewodów, strat ciśnienia oraz minimalnego ciśnienia zapewniającego utrzymanie ciągłości dostawy wody do instalacji, przy wymaganym ciśnieniu wody przed punktem czerpalnym.

Według normy PN-B-01706:1992 przepływ obliczeniowy wody (q) w budynkach mieszkalnych należy określać według wzorów:

$$q = 0,682 (\sum q_n)^{0,45} - 0,14 \quad (1)$$

$$q = 1,7 (\sum q_n)^{0,45} - 0,7 \quad (2)$$

dla których:

q_n – normatywny wypływ z punktów czerpalnych przyjmowany według tabeli 1.

Wzór (1) należy stosować dla $0,07 \leq \sum q_n \leq 20 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ oraz dla armatury o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, wzór (2) należy stosować dla $\sum q_n > 20 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ i dla armatury o $q_n \geq 0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Według normy PN-EN 806-3:2006 przepływ projektowy – obliczeniowy (Q_D) odczytujemy według nomogramu zawartego w przywołanej normie na pod-

TABELA 1. Porównanie normatywnego wypływu wody (q_n), przepływu w urządzeniu (Q_A) i jednostek obciążenia (LU) dla wybranych punktów czerpalnych według PN-B-01706:1992 i PN-EN 806-3:2006
TABLE 1. A comparison of standard water flow (q_n), the flow in the device (Q_A) and loading units (LU) for the selected tapping points according to the standards PN-B-01706:1992 and PN-EN 806-3:2006

Rodzaj punktu poboru wody Type of the point of water consumption	Wypływ normatywny (jednostka obciążenia) Standard water flow (loading unit)		
	PN-B-01706	PN-EN 806-3	
	Q_n [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]	Q_A [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]	LU [-]
Baterie czerpalne / Draw-off point			
do natrysków / for showers	0,15	0,2	2
do wanien / for baths	0,15	0,4	4
do zlewozmywaków / for sinks	0,07	0,2	2
do umywalek / for washbasins	0,07	0,1	1
Bidet / bidet	–	0,1	1
Płuczka zbiornikowa / WC-cistern	0,13	0,1	1
Płuczka ciśnieniowa / Pressurized flush valve			
DN 15	0,7		
DN 20	1,0	1,5	15
DN 25	1,0		
Zmywarka do naczyń / Dish washing machine	0,15	0,2	2
Pralka automatyczna / Washing machine	0,25	0,2	2
Głowica natrysku / Shower head	0,20	0,2	2
Spluczka pisuar / Urinal flush valve	0,30	0,3	3
Zawór czerpalny / Tap			
DN 15	0,3		
DN 20	0,5		
DN 25	1,0	0,5	5

stawie sumy tzw. jednostek obciążenia LU (ang. *loading units*) zestawionych w tabeli 1. Jedna jednostka obciążenia równoważna jest przepływowi w urządzeniu (Q_A) wynoszącemu $0,1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Dobierając średnice odcinków obliczeniowych, nie możemy przekroczyć prędkości maksymalnych, które wynoszą:

- $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w połączeniach od pionu do punktów czerpalnych i w pionach oraz $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w przewodach zasilających piony oraz przyłączach wodociągowych według PN-B-01706:1992,
- $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ we wszystkich odcinkach instalacji z wyjątkiem tzw. ślepych odcinów zasilających pojedyncze punkty czerpalne, dla których dopuszczalna prędkość wynosi $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ według PN-EN 806-3:2006.

Dla przewodów prowadzących wodę do małej liczby punktów czerpalnych

różnice w przepływach obliczeniowych mają mniejsze znaczenie. Bardziej istotne są różnice na odcinkach prowadzących wodę do dużej liczby punktów czerpalnych, np. na przewodach rozdzielczych czy połączeniu wodociagowym dla budynków wielorodzinnych. Pojawia się wtedy np. problem z właściwym doborem wodomierza głównego (Koral, 2005; Wichowski i Sawiak, 2016). Dla budynków wielorodzinnych przepływ obliczeniowy dla przewodu zasilającego typowo wyposażone w przybory sanitarne mieszkanie określono w tabeli 2.

Do określania przepływów obliczeniowych dla budynków wielorodzinnych można stosować formuły proponowane przez Tuza (2005). Autor ten podaje formułę, w której przepływ na odcinku zasilającym budynek wielorodzinny jest skorelowany z liczbą lokali. Orłowska

TABELA 2. Porównanie przepływu obliczeniowego dla mieszkania o typowym wyposażeniu w przybory sanitarne określonego według analizowanych norm

TABLE 2. Comparison of flow calculation for apartment a typical feature in the sanitary ware according to specific standards analyzed

Rodzaj punktu poboru wody Type of the point of water consumption	Wypływ według normy Draw-of flow-rate according standard			Nadwyżka względem surplus/ /Relative to the PN-B-01706
	PN-B-01706	PN-EN 806-3:2006		
	Q_n [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]	LU [-]	Q_A [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]	%
Wanna / Bath	0,15	4	0,4	166,7
Spluczka zbiornikowa / WC-cistern	0,13	1	0,1	-23,1
Umywalka / washbasin	0,07	1	0,1	42,9
Pralka / Washing machine	0,25	2	0,2	-20,0
Zlewozmywak / Sink	0,07	2	0,2	185,7
Zmywarka / Dish washing machine	0,15	2	0,2	33,3
Suma / Total flow-rate	0,82	12	1,2	46,3
Przepływ obliczeniowy / Design flow-rate	q	Q_D		×
	0,48	0,56		15,8

(2006) podaje dwie odrębne formuły dla budynków, w których lokale zasilane są lokalnie (LCWU) lub centralnie (CCWU) w ciepłą wodę użytkową. Konstrukcja równań jest taka sama, jak równań (1) i (2), pojawiają się jednak inne współczynniki.

Wyniki uzyskiwane na podstawie analizowanych norm oraz modeli Tuza i Orłowskiej porównano z wynikami badań własnych. Badania własne zrealizowane zostały w 21 budynkach wielorodzinnych. Przepływy mierzono na przewodzie rozdzielczym, bezpośrednio za połączeniem wodociągowym. Dla każdego budynku znana była liczba mieszkań. Pomiary wykonywano przy użyciu wodomierza śrubowego mechaniczno-elektronicznego hiszpańskiej firmy CONTAZARA CZ3000 charakteryzującego się współczynnikiem R według MID (Measuring Instruments Directive) na poziomie R200 (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych – 2004/22/WE). Dane pomiarowe były rejestrowane przez urządzenie w sposób automatyczny, a następnie były zgrywane do komputera. W trakcie badania urządzenie automatycznie określiło miarodajny maksymalny przepływ wody w analizowanym odcinku. Miarodajny przepływ maksymalny to przepływ chwilowy o największym natężeniu, którego objętość jednokrotnie wyniosła przynajmniej 10 dm^3 ze stałym natężeniem w trakcie trwania badania. Przepływ ten został zdefiniowany na potrzeby badania i porównano go z teoretycznym przepływem obliczeniowym.

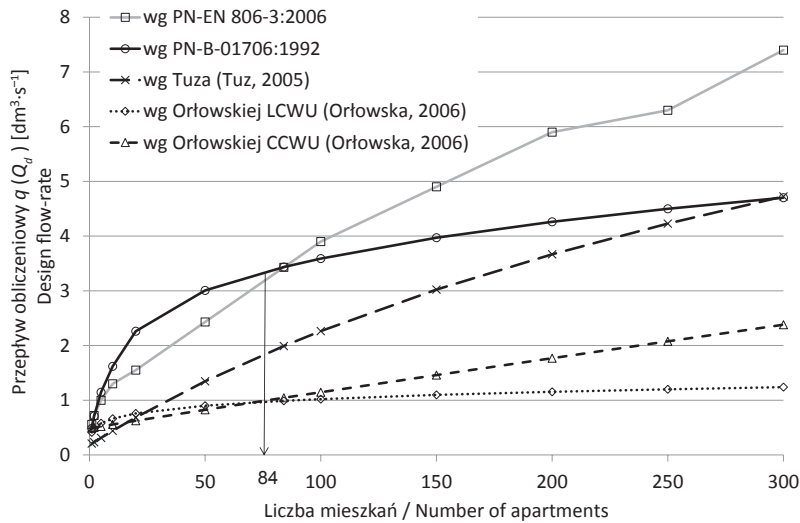
Czas trwania badania poszczególnych budynków wahał się w granicach od 11 do 35 dni i zależał od decyzji współdzielni będącej właścicielem budynku.

Badania były wykonywane od maja 2011 roku do czerwca 2014 roku.

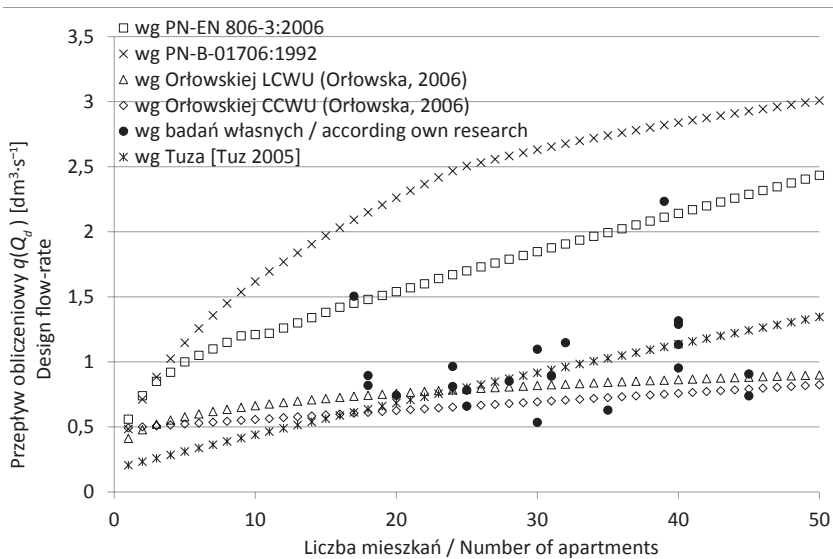
Wyniki analizy i dyskusja wyników

Na podstawie metodyki podawanej przez analizowane normy oraz modeli Tuza i Orłowskiej określono przepływ obliczeniowy na zasileniu budynku wielorodzinnego w zależności od liczby typowych mieszkań w budynku (rys. 1). Przy liczbie mieszkań w budynku nieprzekraczającej 84 uzyskamy większe wartości przepływu obliczeniowego, wykorzystując normę PN-B-01706:1992. Przy liczbie mieszkań przekraczającej 84 większe wartości przepływu obliczeniowego uzyskamy, stosując normę PN-EN 806-3:2006. Dla analizowanego zakresu (do 300 mieszkań w budynku) we wszystkich przypadkach mniejsze wartości przepływu obliczeniowego uzyskamy, stosując model proponowany przez Tuza. Niższe przepływy obliczeniowe również uzyskamy, stosując wzory podawane przez Orłowską. Jest to zgodne z sugestiami wielu badaczy, którzy wykazują, że przeciętne dobowe zużycie wody w budynkach wielorodzinnych małało w ostatnich latach i jest mniejsze od wskaźników zużycia wody podawanych w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury (Rozporządzenie z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody; Biedugnis, Podwójci i Serejko, 2007; Bugajski, 2009; Żuchowicki i Gawin, 2010; Podwójci, 2011; Pawełek i Wojciechowska, 2015).

Pomierzone wartości przepływów maksymalnych na przewodzie rozdziel-



RYSUNEK 1. Przepływ obliczeniowy w zależności od liczby zasilanych mieszkań w budynkach wielorodzinnych
 FIGURE 1. Design flow-rate depending on the number of supplied apartments in multifamily buildings



RYSUNEK 2. Przepływ obliczeniowy w zależności od liczby zasilanych mieszkań w porównaniu do rejestrowanego przepływu maksymalnego określonego w trakcie badań empirycznych
 FIGURE 2. Design flow-rate depending on the number of supplied apartments compared to the registered maximum flow-rate during empirical research

czym bezpośrednio za połączeniem wodociągowym zestawiono z wartościami teoretycznymi na rysunku 2. We wszystkich przypadkach uzyskano mniejsze wartości od obliczeniowych ustalanych na podstawie normy PN-B-01706:1992. W dwóch przypadkach uzyskano wartości nieznacznie większe od obliczeniowych ustalanych według normy PN-EN

806-3:2006. Wartości procentowe przepływu obliczeniowego w stosunku do pomierzonego dla badanych budynków zestawiono w tabeli 3.

Średnio dla wszystkich prób uzyskano wyniki bardzo zbliżone do modelu proponowanego przez Tuza oraz o około 10–23% wyższe od modeli podawanych przez Orłowską. Przepły-

TABELA 3. Wartości procentowe przepływów obliczeniowych względem pomierzonych
TABLE 3. Percentage values flow calculation in relative to the measured

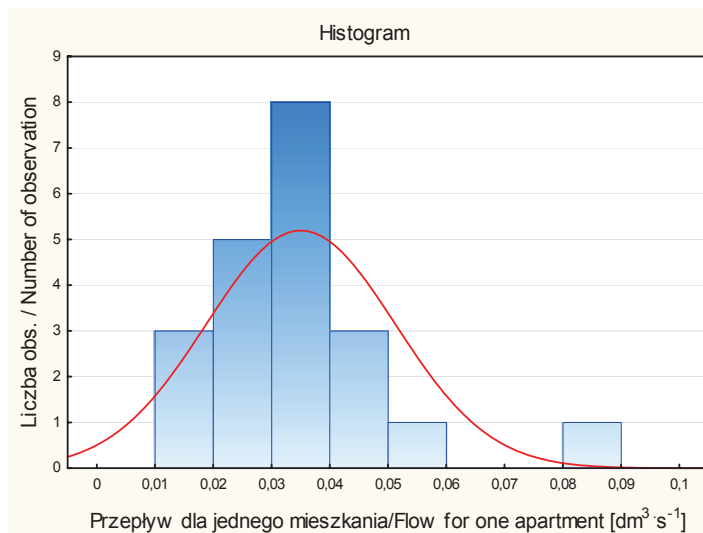
Numer budynku Number of building	Liczba mieszkań Number of apartments	Q_{\max} pomierzone/ /measured [dm ³ ·s ⁻¹]	Średnie Q na lokal Average on apartment [dm ³ ·s ⁻¹]	Wartości obliczeniowe w stosunku do wartości pomierzonej / Calculated values compared to the measured values [%]					
				pomiar mea- sure	PN-B- -01706	PN-EN 806-3	wg/by Tuz	wg/by Orłowska LCWU	wg/by Orłowska CCWU
1	24	0,965	0,040	100	255,55	173,01	80,65	81,33	67,62
2	28	0,853	0,030		302,98	209,81	102,13	94,79	79,70
3	18	0,896	0,050		240,10	165,26	71,05	83,01	68,36
4	40	1,288	0,032		220,30	166,16	88,19	67,02	58,90
5	31	0,891	0,029		297,99	210,73	105,40	92,48	78,54
6	18	0,820	0,046		262,31	180,55	77,63	90,69	74,69
7	24	0,811	0,034		304,01	205,82	95,94	96,75	80,44
8	40	1,133	0,028		250,49	188,93	100,28	76,21	66,97
9	30	0,536	0,018		491,22	344,94	171,05	152,84	129,35
10	20	0,743	0,037		304,34	207,25	92,08	102,07	84,22
11	40	0,953	0,024		297,71	224,55	119,18	90,57	79,60
12	40	1,316	0,033		215,70	162,69	86,35	65,62	57,67
13	17	1,505	0,089		138,98	96,33	40,67	53,32	44,69
14	32	1,148	0,036		233,22	166,10	83,75	72,20	61,53
15	39	2,234	0,057		126,23	94,53	49,90	38,48	33,68
16	45	0,739	0,016		396,11	309,56	168,12	119,42	107,14
17	30	1,098	0,037		239,65	168,28	83,45	74,56	63,11
18	25	0,782	0,031		320,33	217,33	102,49	101,13	84,30
19	45	0,907	0,020		322,81	252,28	137,01	97,33	87,31
20	35	0,629	0,018		435,36	316,79	163,24	133,83	115,32
21	25	0,660	0,026		379,49	257,47	121,42	119,81	99,87
Średnia				100	287,37	205,64	101,90	90,64	77,29

wy obliczeniowe określone według normy PN-B-01706:1992 są prawie trzykrotnie wyższe od pomierzonych, a przepływy ustalane według normy PN-EN 806-3:2006 ponaddwukrotnie wyższe. Analizę statystyczną uzyskanych wyników badań własnych odniesionych do jednego lokalu przedstawiono w tabeli 4. Histogram rozkładu przepływów maksymalnych dla jednego lokalu w badanych budynkach wielorodzinnych przedsta-

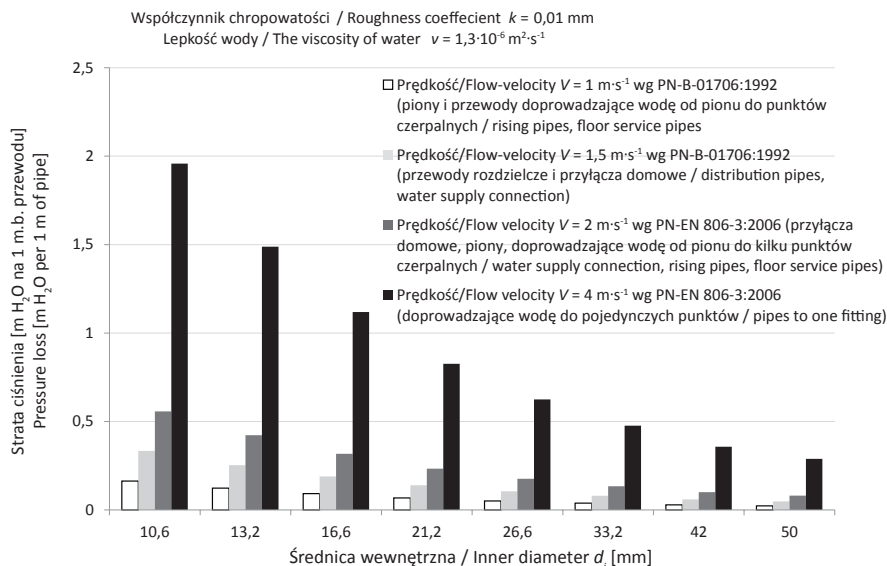
wiono na rysunku 3. Na rysunku 4 zobrazowano obliczeniowe straty ciśnienia dla rur wykonanych z tworzywa sztucznego o współczynniku chropowatości ścianki przewodu $k = 0,01$ mm i przepływającej wodzie zimnej o temperaturze 10°C , dla której kinematyczny współczynnik lepkości przyjęto $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6}$ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Dopuszczenie większych prędkości przepływu skutkuje możliwością zastosowania mniejszych przekrojów

TABELA 4. Analiza statystyczna pomierzonych przepływów odniesiona do jednego lokalu
TABLE 4. Statistical analysis of the measured flow-rate related to one flat

Wyszczególnienie / Specification	Jednostka / Unit	Wartość / Value
Przepływ średni / Average flow-rate	$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,034823
Przepływ minimalny / Minimum flow-rate	$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,01642
Przepływ maksymalny / Maximum flow-rate	$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,088546
Mediana / Median	$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0,032208
Wariancja / Variance	–	0,00026
Odchylenie standardowe / Standard deviation	–	0,016134
Poziom ufności / Confidence level (95%)	–	0,007344



RYSUNEK 3. Histogram rozkładu pomierzonego przepływu maksymalnego dla jednego mieszkania
FIGURE 3. Histogram distribution of the measured maximum flow-rate for one flat



RYSUNEK 4. Porównanie wielkości strat hydraulicznych w odniesieniu do metra bieżącego przewodu o różnych średnicach w zależności od prędkości przepływu

FIGURE 4. Comparison of hydraulic losses per meter of pipe with different diameters, depending on the flow-velocity

rurociągów, ale wiąże się ze znacząco większymi stratami ciśnienia, co może wpływać na niezawodność instalacji szczególnie w okresach szczytowych rozbiórów wody. W rurach stalowych może także dochodzić do procesów korozyjnych oraz wytrącania się kamienia kotłowego, co prowadzi do dodatkowego wzrostu strat hydraulicznych.

Podsumowanie

Natężenie przepływu w rurach wodociągowych charakteryzuje się dużą zmiennością i związane jest ze specyfiką korzystania z instalacji przez poszczególne grupy użytkowników (Wichowski, 2005; Podwójci, 2011; Pawełek i Wojciechowska, 2015; Wichowski, Kądziński i Morawski, 2015). W przeszło-

ści obliczając instalację wodociągową, stosowano metodę Brixa, Spysznowa lub Szopenskigo (Żuchowicki, 2002; Nowakowski, 2011). Metod tych nie uwzględniono w przeprowadzonej analizie, gdyż nie przystają one do obecnych realiów. Przepływy obliczeniowe wyznaczone według tych metod zdecydowanie przekraczają wartości obliczane według analizowanych norm.

Obliczenia instalacji wodociągowej wykonuje się najczęściej na podstawie normy PN-B-01706:1992, gdyż norma ta jest przywołana w rozporządzeniu (Dz.U. 2015, poz. 1422), które jest obowiązującym aktem prawnym. Obliczenia te można również wykonać metodą uproszczoną opisaną w normie europejskiej mającej status polskiej normy – PN-EN 806-3:2006. Na zasileniu standardowo wyposażonego mieszkania uży-

skujemy przepływ obliczeniowy o około 16% wyższy, stosując normę europejską. Wiąże się to ze znacznie wyższym przepływem jednostkowym przyjmowanym dla wanny (o 167%) oraz zlewozmywaka (186%). Przepływy obliczeniowe na przewodzie rozdzielczym zasilającym budynki wielorodzinne o zróżnicowanej liczbie mieszkań określone według PN-B-01706:1992 są średnio prawie trzykrotnie wyższe, a według PN-EN 806-3:2006 ponaddwukrotnie wyższe od wartości pomierzonych. Średnio dla wszystkich prób wartości pomierzone były porównywalne z wartościami obliczeniowymi określonymi według modelu Tuza oraz o około 10 do 23% wyższe od modelu proponowanego przez Orłowską.

Norma PN-EN 806-3:2006 dopuszcza większe prędkości przepływu, co może skutkować większymi stratami hydraulicznymi przy przepływie wody w instalacji wodociągowej. Dyskusyjne jest dopuszczenie tak dużych prędkości, szczególnie w odniesieniu do rur stalowych, których chropowatość może znacząco wzrosnąć w trakcie eksploatacji.

Literatura

- Biedugnis, S., Podwójci, P. i Serejko, G. (2007). Analiza wybranych parametrów opisujących zużycie wody w zabudowie wielorodzinnej z punktu widzenia rozbieżności między wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych. *Rocznik Ochrony Środowiska / Annual Set the Environment Protection*, 9, 267-280.
- Brydak-Jeżowiecka, D., Nowakowski, E. i Malinowski, P. (1994). Straty ciśnienia w rurach z tworzyw sztucznych w instalacjach wodociągowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 7, 208-211.
- Bugajski, P. (2009). Średnie zużycie zimnej i ciepłej wody w budynkach wielorodzinnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 9, 105-113.
- Chudzicki, J. i Sosnowski, S. (2011). *Instalacje wodociągowe. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja*. Warszawa: Wydawnictwo Seidel – Przywecki Sp. z o.o.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych (2004/22/WE).
- Jeżowiecki, J. i Nowakowski, E. (2010). Instalacje wodociągowe ze stali nierdzewnej. W K. Kuś i F. Piechurski (red.), *Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych*. (strony 197-212). Gliwice: Politechnika Śląska.
- Koral, W. (2005). Statystyczne metody doboru średnicy i ocena poprawności wskazań wodomierzy głównych instalowanych w budynkach wielorodzinnych. *Instal*, 5, 16-19.
- Nowakowski, E. (2011). Obliczeniowe przepływy wody w budynkach mieszkalnych. Wybór metody. *Rynek Instalacyjny*, 4, 72-73.
- Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1422).
- Orłowska, M. (2006). Wyznaczanie przepływów obliczeniowych przy doborze wodomierzy głównych i projektowaniu średnic instalacji wodociągowych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 6, 27-33.
- Pawełek, J. i Wojciechowska, O. (2015). Zmienność wskaźników zużycia wody wodociągowej w małym powiatowym mieście. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4/1, 909-919.
- PN-B-01706:1992. Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
- PN-EN 806-3:2006. Wymagania dotyczące wewnętrznych instalacji wodociągowych do przesyłu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Część 3. Wymiarowanie przewodów. Metody uproszczone.
- Podwójci, P. (2011). Nierównomierność zużycia oraz rozbiór wody w budownictwie wielorodzinnym. *Inżynieria Ekologiczna*, 26, 281-289.

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określania przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. 2002 nr 8 poz. 70).
- Siwiec, T., Wichowski, P., Kalenik, M. i Morawski, D. (2012). Analiza porównawcza wzorów na obliczanie współczynnika strat liniowych w rurociągach z tworzyw sztucznych przy przepływie wody i ścieków. *Instal.*, 7/8, 52-57.
- Tuz, P.K. (2005). Analiza metod określania natężenia przepływów maksymalnych w budynkach wielorodzinnych. *Rocznik Ochrony Środowiska / Annual Set the Environment Protection*, 7, 279-293.
- Wichowski, P. (2005). Prognozowanie zapotrzebowania na wodę w gospodarstwach sadowniczych. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 32, 81-89.
- Wichowski, P. i Sawiak, P. (2016). Badania rozbiórów wody w kontekście poprawności doboru wodomierza głównego na przykładzie wybranych budynków wielorodzinnych. *Rynek instalacyjny*, 5, 40-46.
- Wichowski, P., Kadziński, D. i Morawski, D. (2015). Analiza wielkości i zmienności zużycia wody w kampusie Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 69, 236-248.
- Żuchowicki, A.W. (2002). *Instalacje wodociągowe*. Koszalin: Politechnika Koszalińska.
- Żuchowicki, A.W. i Gawin, P. (2010). Pobór wody przez mieszkańców budynku wielorodzinnego. *Rocznik Ochrony Środowiska / Annual Set the Environment Protection*, 12, 479-488.

Streszczenie

W artykule porównano metodykę obliczania instalacji wodociagowych według norm PN-B-01706:1992 oraz PN-EN 806-3:2006. Na zasileniu standardowo wyposażonego mieszkania uzyskujemy przepływ

obliczeniowy o około 16% wyższy, stosując normę europejską. Dodatkowo przepływy obliczeniowe na zasileniu budynków wielorodzinnych porównano z formułami podawanymi w literaturze oraz wynikami badań własnych. Średnio przepływy pomierzone są dwu-, trzykrotnie niższe od wartości obliczeniowych ustalanych według norm. Jednocześnie są one porównywalne lub nieznacznie wyższe od tych ustalanych według modeli podawanych w literaturze.

Summary

The article compares the methodology for the calculation of water installations according to PN-/B-01706:1992 and PN-EN 806-3:2006. For typically equipped flat we obtain the design flow by about 16% higher using the European standard. In addition, design flow-rate calculation for multifamily buildings was compared with formulas administered in the literature and the results of own research. Measured flows are average two to three times lower than the value determined by computing standards. They are comparable or slightly higher than those determined according to the models reported in the literature.

Authors' address:

Piotr Wichowski, Gabriela Rutkowska, Przemysław Sawiak
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
SGGW
Katedra Inżynierii Budowlanej
ul. Nowoursynowska 159, 02-766 Warszawa
Poland
e-mail: piotr_wichowski@sggw.pl
gabriela_rutkowska@sggw.pl