

## ANALIZA PRZEPŁYWÓW W INSTALACJACH WODOCIĄGOWYCH W OBIEKTACH HOTELOWYCH

Piotr Krzysztof TUZ, Joanna GWOŹDZIEJ-MAZUR\*

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

**Streszczenie:** W Polsce od lat podejmowana jest dyskusja związana ze spadkiem zużycia wody w obiektach zabudowy jednorodzinnej oraz wielorodzinnej. Struktura zużycia wody w tych obiektach jest obecnie dobrze scharakteryzowana, zaś w obiektach użyteczności publicznej pozostawia wiele pytań do wyjaśnienia. W referacie przedstawiono wyniki badań zużycia wody w obiektach hotelowych. Przedstawiono szczegółową strukturę zużycia wody. Zaprezentowano wykresy pozwalające na określenie przepływów maksymalnych i minimalnych, które mają bezpośrednie przełożenie na dobór urządzenia pomiarowego, na podstawie którego obliczane są opłaty za wodę.

*Słowa kluczowe:* zużycie wody, wodomierz, przepływ maksymalny, przepływ minimalny.

### 1. Wprowadzenie

Obliczanie zapotrzebowania na wodę oraz dobór urządzeń pomiarowych opiera się głównie o obowiązujące rozporządzenia i normy techniczne. Akty prawne często nie odzwierciedlają rzeczywistej sytuacji zużycia wody, co w konsekwencji powoduje przewymiarowanie instalacji, jak również nieprawidłowy dobór urządzenia pomiarowego.

W roku 2002 zostało wydane Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. nr 8 z 2002r, poz. 70). Obecnie dla wielu przedsiębiorstw wodociągowych stanowi ono podstawę do określenia zużycia wody w przypadku uszkodzenia urządzenia pomiarowego, bądź też wadliwej jego pracy. Wyciąg z rozporządzenia przedstawiono poniżej w tabeli 1.

Na wartość zapotrzebowania na wodę istotny wpływ ma standard oraz wielkość danego obiektu. Chodzi głównie o liczbę oraz rodzaj urządzeń sanitarnych montowanych w tych obiektach (Chudzicki i Sosnowski, 2005). Zatem warto przyjrzeć się, jak również dokonać porównania wymienionych wartości zapotrzebowania na wodę z rzeczywistymi, aktualnymi danymi uzyskanymi z analizy danych z przeprowadzonego monitoringu. Typy monitorowanych obiektów przedstawiono w tablicy 1.

Tab. 1. Przeciętne normy zużycia wody w obiektach usługowych (Dz. U. nr 8 z 2002r, poz. 70)

Rodzaj zakładu	Jednostka odniesienia (j.o.)	Przeciętne normy zużycia wody	
		dm <sup>3</sup> /j.o. × doba	m <sup>3</sup> /j.o. × miesiąc
Hotele i motele kat lux.(*****)		200	6,0
Hotele i motele kat lux.(*****) z zapleczem gastronomicznym	1 miejsce noclegowe	250	7,5
Hotele kat (****)		150	4,5
Hotele kat (***)		100	3,0
Hotele pozostałe		80	2,4

### 2. Metodyka badań

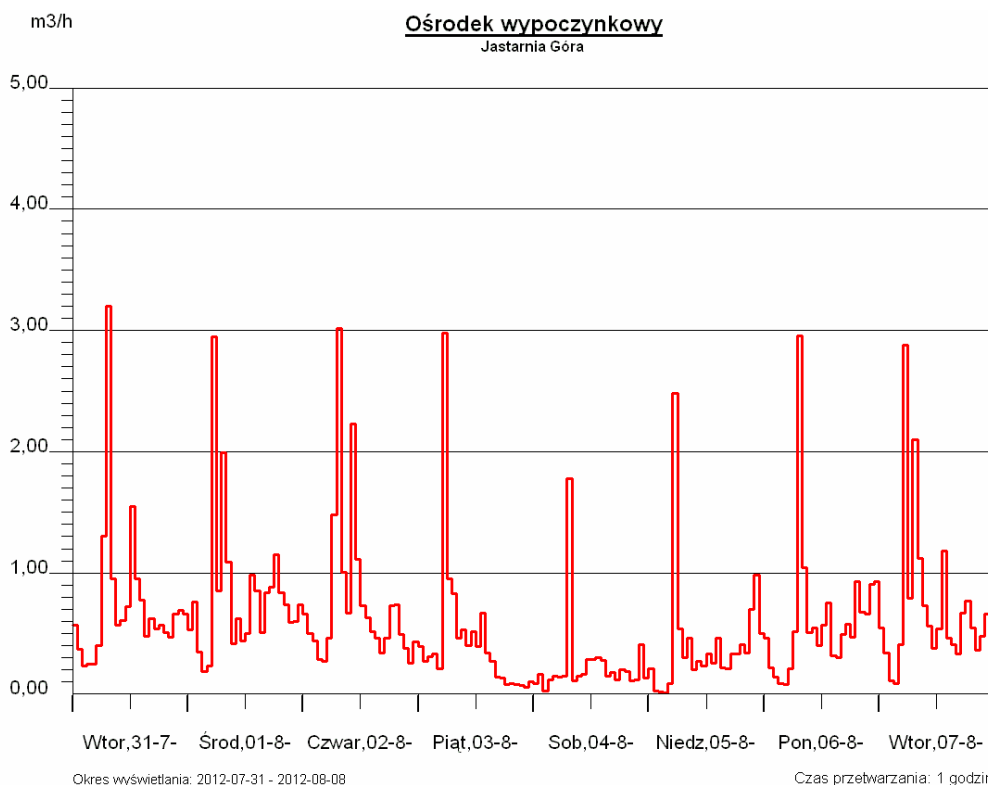
Przedmiotem wykonanych badań było określenie rzeczywistego zużycia wody wodociągowej w obiektach użyteczności publicznej. Dane na ten temat uzyskano za pomocą rejestratorów cyfrowych podłączonych do wodomierzy głównych. Zasady rejestracji szczegółowo zostały opisane przez Czeszczewika i Tuza (2009) oraz Tuza i in. (2009a i b). Obszarem objętym badaniami były hotele zlokalizowane na terenie Polski o liczbie miejsc noclegowych nie przekraczających 100. Analizie poddano 9 hoteli o zbliżonym standardzie wyposażenia. Podczas rejestracji danych zastosowano dziesięć

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: j.mazur@pb.edu.pl

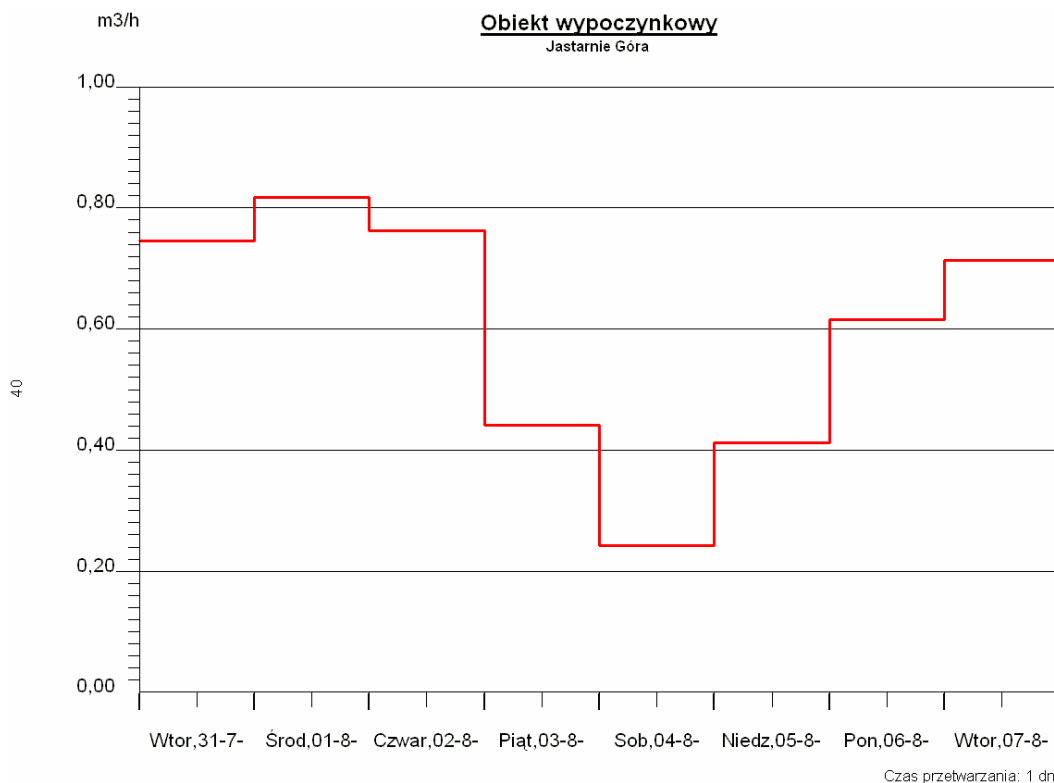
i stulitrowe impulsowanie. Zebrane wyniki pozwoliły na dokładne przyjrzenie się strukturze rozbioru wody, jak również określenie wskaźników średniego, maksymalnego i minimalnego dobowego zapotrzebowania na wodę.

Przykładowe wykresy rejestracji cyfrowej zużycia godzinowego wody przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Do analizy danych uzyskanych podczas monitorowania wykorzystano głównie program STATISTICA oraz program Excel.



Rys. 1. Wykres rejestracji cyfrowej zużycia godzinowego wody w badanym obiekcie – ośrodek wypoczynkowy



Rys. 2. Wykres rejestracji cyfrowej zużycia godzinowego wody w badanym obiekcie – ośrodek wypoczynkowy

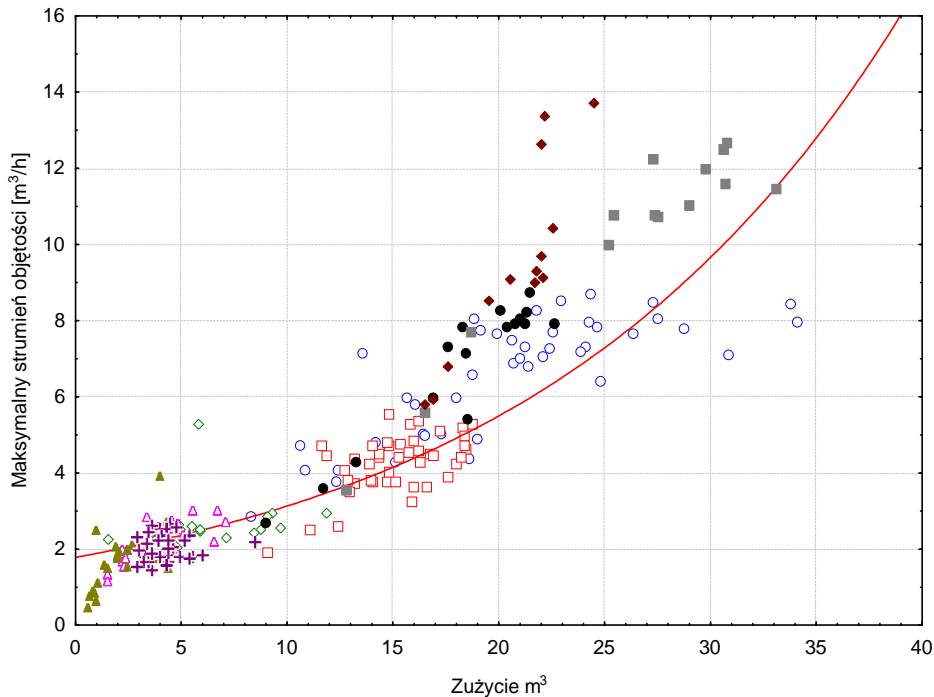
### 3. Analiza wyników badań

Przy doborze urządzenia pomiarowego najważniejsze jest ustalenie zakresu pracy wodomierza, a więc ustalenie przepływu minimalnego i maksymalnego w obiekcie oraz powiązanie go z jego wielkością charakteryzowaną na przykład liczbą punktów czerpalnych, zużyciem dobowym wody, itp. Dane te pozwalają na potwierdzenie poprawności doboru urządzenia pomiarowego oraz weryfikacji przepływu dla obiektów użytkowanych. Wykresy obrazujące omówione przepływy w zależności od zużycia wody w okresie monitorowania przedstawiono na rysunkach 3, 4 i 5.

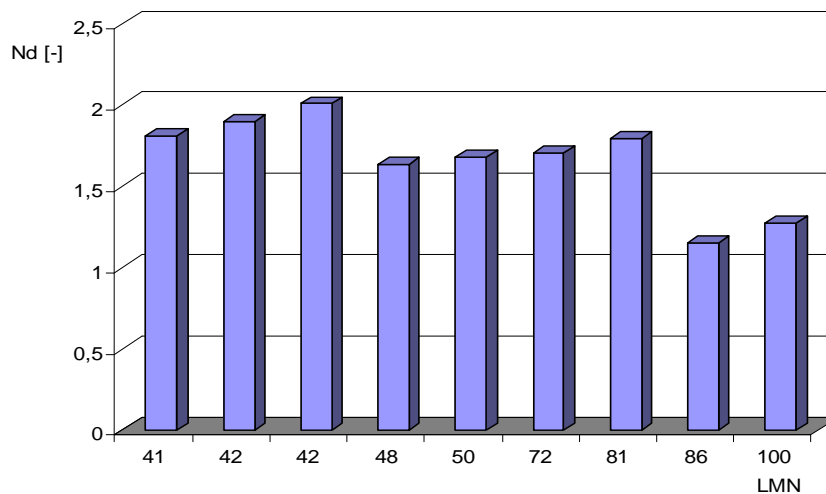
Dokonano próby określenia współczynników zarówno nierównomierności dobowej, jak również godzinowej.

Wyznaczone w warunkach rzeczywistych współczynniki mogą być wykorzystane do określenia przepływów w nowo projektowanych instalacjach wodociagowych, co w konsekwencji przekłada się na dobór średnic przewodów instalacji wodociagowej w nowo powstającym budynku obiektu hotelowego. Z badań na określonej grupie wynika, iż współczynnik nierównomierności dobowej waha się w granicach od 1,15 do 2,0. Wykres wartości współczynnika  $N_d$  wyznaczonego w każdym badanym obiekcie przedstawiono na rysunku 4.

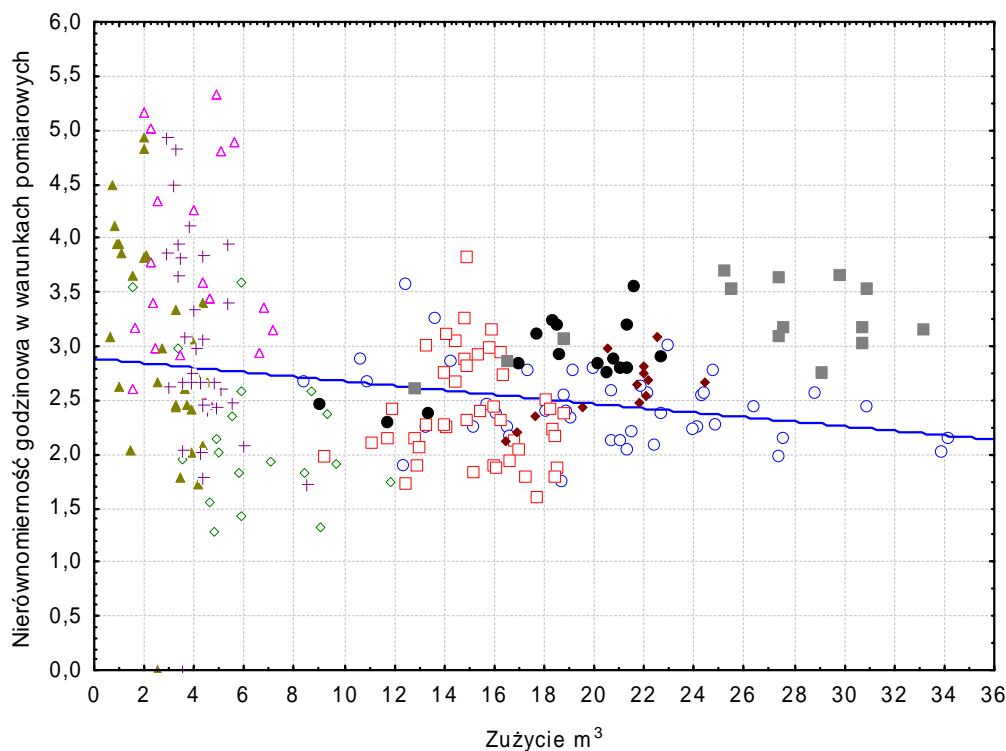
Ponadto wyznaczono nierównomierność godzinową w warunkach pomiarowych i odniesiono ją do wartości zużycia dobowego.



Rys. 3. Przepływ maksymalny w zależności od zużycia wody w badanych obiektach



Rys. 4. Wartość współczynnika nierównomierności dobowej wyznaczona w pojedynczym badanym obiekcie (LMN – liczba miejsc noclegowych)



Rys. 5. Nierównomierność godzinowa w funkcji zużycia wody w badanych obiektach

Dla zobrazowania zużycia wody wybrano charakterystyczne przedziały dla różnych typów i klas wodomierzy. Wyniki uzyskane w oparciu o monitoring przedstawiono w tabeli 2.

Z analizy danych pomiarowych wynika, że największe obciążenie pracy wodomierzy następuje w przedziale strumienia objętości 0,1-0,45 m<sup>3</sup>/h, zaś najmniejsze w przedziale powyżej 6 m<sup>3</sup>/h. Tak przeprowadzona

analiza może być pomocna do oszacowania rozbiórów wody w nowo powstających budynkach o zbliżonej liczbie miejsc noclegowych, nieprzekraczających stu. Wiedza określająca przedział, w którym następuje największy rozbiór wody może być pomocna na etapie doboru urządzenia pomiarowego oraz średnic przewodów w omawianej grupie budynków.

Tab. 2. Zużycie wody w poszczególnych przedziałach

Przedziały strumienia objętości [m <sup>3</sup> /h]	Zużycie wody [%]					
	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,45	0,45-0,8	0,8-6,0	6,0-15,0
H1	0,24	1	7,62	11,34	79,8	0
H2	0,04	6,98	44,98	20,63	27,37	0
H3	4,33	0,9	78,58	12,44	3,75	0
H4	49,5	16,39	23,18	6,63	4,31	
H5	6,205	9,09	33,605	20,085	12,273	0,015
H6	2,23	8,78	30,37	20,83	0,346	0,031
H7	5,662	7,595	31,6775	17,9875	27,068	0,635
H8	48,99	18,15	27,84	3,34	1,08	0
H9	37,65	17,68	33,1	8,31	3,25	0

#### 4. Podsumowanie

Skalę zmienności zapotrzebowania na wodę wodociągową w cyklu rocznym, dobowym i godzinowym charakteryzują odpowiednie współczynniki nierównomierności. W celu określenia zapotrzebowania na wodę należy uwzględnić wartości wskaźników. W artykule określone zostały, na podstawie szczegółowej analizy danych rzeczywistych, zarówno współczynniki nierówno-mierności dobowej ( $N_d$ ), jak i nierównomierności godzinowej ( $N_h$ ). Podano rozkład strumienia objętości wody mierzonej w różnych zakresach pomiarowych, charakteryzujące odpowiednie przepływy danej wielkości i klasy wodomierzy, które mogą być uwzględnione do oszacowania strat pozornych.

Prawidłowy dobór wodomierzy, przy obecnej liczbie proponowanych urządzeń na rynku, może okazać się dość trudną sprawą. Z doświadczeń projektantów, jak również eksploatorów urządzeń pomiarowych wynika, iż stosowanie metod matematycznych i statystycznych w przypadku istniejących już budynków pozwala na sprawdzenie poprawności doboru wodomierzy, zaś dla budynków nowo powstających wyniki z przeprowadzonych badań są bazą do poprawnego ich doboru. Należy pamiętać, że pomiar objętości zużywanej wody jest podstawą wymiarowania nie tylko urządzeń wodociągowych, ale również kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków, stąd błędy popełnione przy doborze wodomierza przenoszą się wprost na pozostałe dziedziny działalności przedsiębiorstw wodociągowych.

#### Literatura

- Chudzicki J., Sosnowski S. (2005). Instalacje wodociągowe – projektowanie, wykonawstwo, eksploatacja. *Wydawnictwo „Seidel-Przywecki” Sp. z o.o.*, Warszawa.
- Czeszczewik D., Tuz P. (2009). Dobór i eksploatacja wodomierzy. *Rynek Instalacyjny*, 5/2009, 35-38.
- Tuz P., Czeszczewik D., Sokołowski P., Smilewicz R. (2009a). Dobór i eksploatacja wodomierzy. Wybór typu licznika. Cz.1. *Rynek Instalacyjny*, 9/2009, 54-59.
- Tuz P., Czeszczewik D., Sokołowski P., Smilewicz R. (2009b). Dobór i eksploatacja wodomierzy. Wybór typu licznika. Cz.2. *Rynek Instalacyjny*, 10/2009, 93-96.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. nr 8 z 2002 r., poz. 70).

#### ANALYSIS OF FLOW IN WATER SUPPLY SYSTEMS IN HOTEL BUILDINGS

**Abstract:** There is discussion in Poland undertaken about decrease in water consumption in single-family housing facilities as well as multi-family buildings. The structure of water consumption is well described in these facilities, but on the other hand there are many issues to clear regarding public buildings. The report presents outcomes of research on the water consumption in public buildings (hotels). The study presents detailed structure of water consumption, as well as graphs aimed at max and min level of water flow definition in buildings in question, which directly influences on a proper measuring device selection/choice, on the basis of which water charges are calculate.

Badania wykonano w ramach pracy statutowej S/WBIS/2/2011.