

Piotr Bugajski

ŚREDNIE ZUŻYCIE ZIMNEJ I CIEPŁEJ WODY W BUDYNKACH WIELORODZINNYCH

AVERAGE CONSUMPTION OF WATER COLD AND WARM IN THE MULTIFAMILY BUILDINGS

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących zużycia wody w czterech budynkach wielorodzinnych w wieloleciu 2004–2008. Do badań wytypowano budynki mieszkalne o różnej liczbie lokali mieszkalnych oraz o różnej liczbie zameldowanych mieszkańców. Wszystkie mieszkania w poszczególnych blokach są w pełni i komfortowo wyposażone w wewnętrzną instalację wodociągowo-kanalizacyjną. Woda zimna do mieszkań doprowadzana jest z Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S.A. w Krakowie. Natomiast woda ciepła dostarczana jest z Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie. W każdym lokalu mieszkalnym zainstalowane były wodomierze wody zimnej i ciepłej. Zainstalowane wodomierze mają klasę dokładności metrologicznej B, a błąd ich pomiaru wynosi $\pm 2\%$. Celem badań było określenie wielkości jednostkowego zużycia wody zimnej i ciepłej w czterech budynkach wielorodzinnych zlokalizowanych na osiedlu Kurdwanów w Krakowie. Ilość zużywanej wody zimnej i ciepłej odczytywano z wodomierzy skrzydełkowych z częstotliwością raz na trzy miesiące, a następnie obliczano zużycie w przeliczeniu na mieszkańca w ciągu doby. W okresie tym przeanalizowano wielkość zużycia całkowitego i porównano do aktualnie obowiązujących wytycznych zawartych w Rozporządzeniu z dnia 14 stycznia 2002 roku, dotyczącym przeciętnych norm zużycia wody przez mieszkańców. Porównanie miało na celu wykazanie, czy faktyczne zużycie wody jest porównywalne ze zużyciem przyjmowanym w wytycznych. We wszystkich analizowanych budynkach wielorodzinnych odnotowano dużo mniejsze zużycie wody od wartości podawanych w aktualnie obowiązujących wytycznych. W okresie 5. lat pomiarów zużycia wody zimnej i ciepłej stwierdzono, iż średnio jeden mieszkaniec w ciągu doby używał od $54,7 \text{ dm}^3$ w bloku „A” do $72,4 \text{ dm}^3$ w bloku „C”. Różnica pomiędzy rzeczywistym zużyciem wody a przyjmowanym w obowiązujących wytycznych wynosiła od 63,5% do 51,7%. Jest to kolejny przykład, jak dalece aktualne wytyczne dotyczące zuży-

cia wody przez ludzi odbiegają od rzeczywistości. Wyniki analizy zużycia wody przedstawione w niniejszym artykule potwierdzają doniesienia literaturowe o niskim zużyciu wody przez mieszkańców zamieszkujących mieszkania mające wodę zimną, ciepłą oraz system odprowadzania ścieków.

Słowa kluczowe: jednostkowe zużycie wody, faktyczne zużycie

Summary

The paper presents the results of the research on the water usage in four multifamily buildings in the multi-year period of 2004–2008. The objects of the research were the residential buildings with different amounts of premises and different amounts of tenants. All the flats in each block are fully and comfortably equipped with the internal water supply and sewerage systems. The cold water is delivered to the flats from The Municipal Water Supply and Sewerage Company in Krakow. On the other hand, warm water is delivered from The Municipal District Heating Enterprise in Krakow. In each flat cold and warm water-meters were installed. The water-meters' metrological accuracy class is B and their measurement error is $\pm 2\%$. The aim of the research was to define the amount of the unitary cold and warm water usage in four multifamily buildings located in Kurdwanow district in Krakow. The amount of the consumed cold and warm water was read from the vane - wheel water-meters once in three months and then the usage was calculated for one tenant per day. In this period the amount of the total water usage was analyzed and compared to the current directives from the Regulation from 14th January 2002 concerning the average standards of the water usage for tenants. The comparison aimed at showing if the actual water usage is comparable to the water usage from the directives. In all analyzed buildings the water usage was much lower in comparison to the amounts given by the current directives. In the 5 year period of the water usage analyzes, it was ascertained that on average one tenant used from 54,7 dm³ in building „A” to 72,4 dm³ of water in building „C” per one day. The difference between the actual water usage and the one accepted by the directives was from 63,5% to 51,7%. This can be another example of how the regulations on water usage are different from the reality. The results of the analyses on the water usage by the tenants who live in the comfortable flats, fully equipped with the water supply and sewerage systems, presented in this article confirmed the literature data concerning the low water usage.

Key words: unitary water usage, actual usage

WSTĘP

W ostatnich kilkunastu latach w Polsce obserwuje się spadek ilości zużywanego wody przez mieszkańców [Klugiewicz, Pasela 2005; Bugajski, Kaczor 2005; Chudzicki, Sołoduskiewicz 2006; Kolasa-Więcek 2009; Tuz i Królikowski 2005; Puskarewicz 2008]. Przyczyn tego stanu jest kilka. Po pierwsze opomiarownie faktycznego zużycia poprzez zamontowanie wodomierzy [Koral 2008; Bergel, Bugajski 2008a]. Montaż pryszniczyc zamiast wanien w mieszka-

niach, zamiana toalet (WC) na wodooszczędne, instalacja zmywarek do naczyń – to kolejny czynnik powodujący zmniejszenie ilości wody potrzebnej dla użytkownika do utrzymania higieny i czystości. Mniejsza ilość pobieranej wody przez mieszkańców przekłada się na mniejszą ilość odprowadzanych ścieków do kanalizacji. Projekt budowy lub modernizacji oczyszczalni ścieków wykonywany jest najczęściej w odniesieniu do ilości obsługiwanych mieszkańców, a nie do faktycznej ilości wody zużywanej przez tych mieszkańców. W aglomeracjach miejskich praktycznie cała ilość zużytej wody przez ludzi trafia jako ścieki do kanalizacji, natomiast na wsiach czynnikiem, który powoduje dodatkowo zmniejszenie ilości dopływających ścieków jest tzw. bezzwrotne zużycie wody [Pawełek, Bergel 2004; Bergel Bugajski 2008b]. Czyli oprócz wody zużywanej do higieny osobistej, część wody używana jest do pojenia zwierząt, mycia samochodów, podlewania ogródka itp. Dlatego ważne jest, aby prognozy, co do ilości zużywanej wody, a co z tym związane ilości powstających ścieków były aktualne i nowelizowane do istniejącej rzeczywistości. Błędy popełnione przy ustalaniu ilości ścieków na podstawie ilości zużywanej wody skutkują przewymiarowaniem (niedociążeniem hydraulicznym) oczyszczalni ścieków [Chotkowski, Lis 2008; Pawełek 2007; Kaczor, Bugajski 2008; Bugajski, Bergel 2009; Bugajski, Satora 2009]. Wytyczne dotyczące ilości pobieranej wody przez mieszkańców, które zostały określone w Rozporządzeniu z dnia 14 stycznia 2002 roku w wielu przypadkach nie odpowiadają zużyciu faktycznemu [Dz.U. z dnia 31 stycznia 2002 r.]. Artykuł ten jest przyczynkiem do dyskusji nad potrzebą nowelizacji wytycznych dotyczących zużycia wody zarówno w miastach, jak też na terenach wiejskich.

CEL ORAZ ZAKRES PRACY

Celem badań było określenie wielkości średniego jednostkowego zużycia wody zimnej i ciepłej w czterech budynkach wielorodzinnych zlokalizowanych na osiedlu Kurdwanów w Krakowie. Badania prowadzono w okresie 5. lat od 2004 do 2008 roku. Ilość zużywanej wody zimnej i ciepłej odczytywano z wodomierzy skrzydełkowych z częstotliwością raz na trzy miesiące, a następnie obliczano średnie zużycie w przeliczeniu na 1 mieszkańca w ciągu doby. W okresie tym przeanalizowano wielkość średniego zużycia całkowitego i porównano do aktualnie obowiązujących wytycznych zawartych w Rozporządzeniu z dnia 14 stycznia 2002 roku dotyczącym przeciętnych norm zużycia wody przez mieszkańców. Porównanie miało na celu wykazanie, czy faktyczne zużycie wody jest porównywalne ze zużyciem przyjmowanym w wytycznych.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW BADAŃ

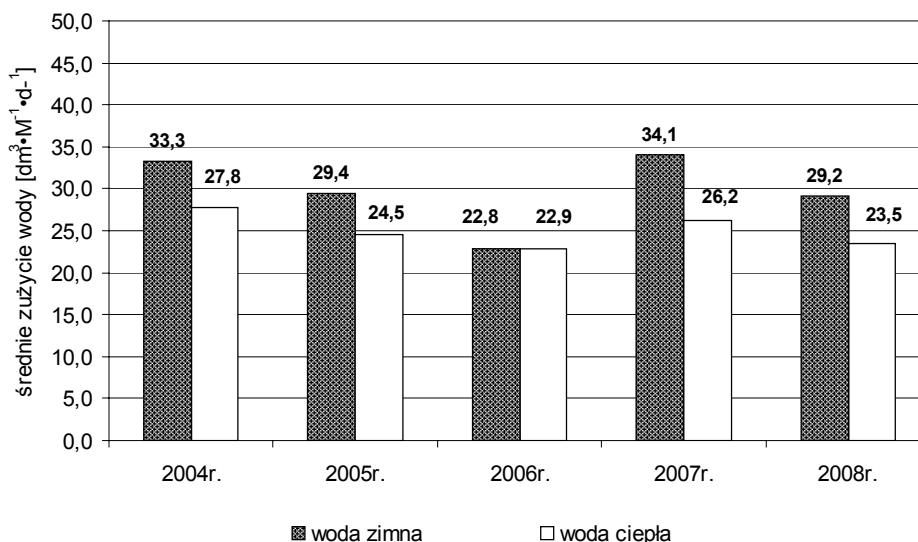
Poszczególne budynki mieszkalne różniły się od siebie liczbą mieszkań oraz liczbą zameldowanych mieszkańców. Dla poszczególnych budynków w dalszej części użyto określeń: blok „A”, blok „B”, blok „C” i blok „D”. Wszystkie mieszkania w poszczególnych blokach są w pełni i komfortowo wyposażone w wewnętrzną instalację wodociągowo-kanalizacyjną. Woda zimna do mieszkań doprowadzana jest z Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S.A. w Krakowie. Natomiast woda ciepła dostarczana jest z Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie. W każdym lokalu mieszkalnym zainstalowane były wodomierze wody zimnej i ciepłej. Zainstalowane wodomierze mają klasę dokładności metrologicznej B, a błąd ich pomiaru wynosi $\pm 2\%$.

W bloku „A” znajduje się 19 mieszkań, a liczba zameldowanych w nich mieszkańców wynosi 46. W bloku „B” są również 19 mieszkań, a liczba zameldowanych osób wynosi 41. Z kolei w bloku „C” są 102 mieszkania z zameldowanymi 207 mieszkańcami. W ostatnim analizowanym bloku „D” zameldowanych jest 163 osoby zamieszkujące w sumie 72 mieszkania. We wszystkich obiektach liczba zameldowanych mieszkańców w poszczególnych lokalach mieszkalnych wahała się od 1 do 5 osób.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

W czterech budynkach wielorodzinnych przeanalizowano średnio dobowe zużycie wody przez mieszkańców z podziałem na wodę zimną i ciepłą. Ponadto porównano faktyczne zużycie wody do zakładanego w aktualnie obowiązujących wytycznych zawartych w Rozporządzeniu z dnia 14 stycznia 2002 roku [Dz.U. z dnia 31 stycznia 2002 r.]. We wspomnianym Rozporządzeniu jednostkowe zużycie wody w mieszkaniach w pełni wyposażonych w instalację wodno-kanalizacyjną przyjmuje się w granicach $140\text{--}160 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. W dalszej analizie porównawczej przyjęto wartość $150 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, jako średnią i reprezentatywną z tego przedziału.

W bloku „A” zużycie wody zimnej przez mieszkańców wahało się od 22,8 do $34,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ w badanym 5-leciu. Średnie zużycie wody zimnej w tym okresie wyniosło $29,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Zużycie wody ciepłej było nieco niższe w porównaniu ze zużyciem wody zimnej. Wahało się ono od 22,9 do $27,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Średnio w analizowanym okresie jednostkowe zużycie wody ciepłej wyniosło $25,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Sumaryczne średnie jednostkowe zużycie wody zimnej i ciepłej przez mieszkańców bloku „A” wyniosło $54,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Wielkość zużycia faktycznego w odniesieniu do zużycia zakładanego w wytycznych była niższa o 63,5%. Jednostkowe zużycie wody zimnej i ciepłej w analizowanym budynku „A” w poszczególnych latach przedstawiono na rysunku 1.

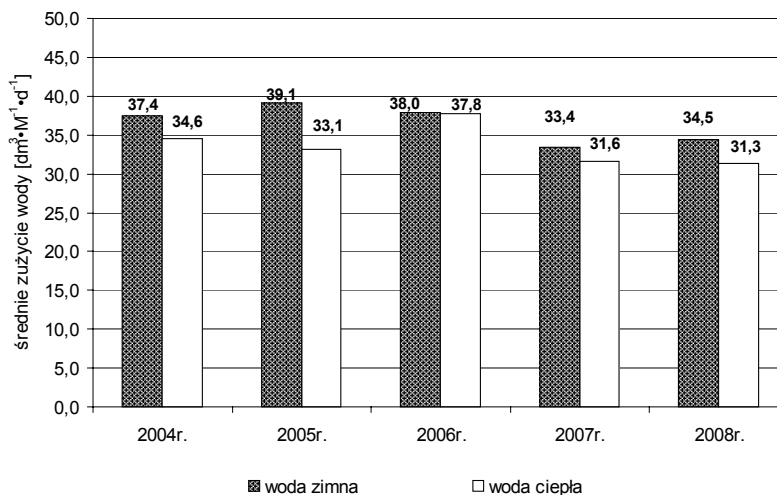


Rysunek 1. Zużycie jednostkowe wody zimnej i ciepłej w wieloleciu 2004–2008 przez mieszkańców bloku A

Figure 1. Unitary cold and arm water usage in the multi-year period of 2004–2008 by the tenants of the building A

W bloku „B” jednostkowe zużycie wody zimnej było większe w porównaniu do budynku „A”. Wahalo się ono od 33,4 dm³·M⁻¹·d⁻¹ w roku 2007 do 39,1 dm³·M⁻¹·d⁻¹ w roku 2005. Średnio w okresie 5. lat mieszkańcy używali 36,4 dm³·M⁻¹·d⁻¹ wody zimnej. Również większą ilość wody ciepłej pobierali mieszkańcy bloku „B” w porównaniu do mieszkańców bloku „A”. Zużycie wody ciepłej wahało się w poszczególnych latach od 31,3 do 37,8 dm³·M⁻¹·d⁻¹. Średnia ilość pobieranej wody ciepłej dla całego okresu badawczego wyniosła 33,7 dm³·M⁻¹·d⁻¹. Średnia jednostkowa ilość zużywanej wody zimnej i ciepłej w okresie od 2004 do 2008 w budynku „B” wyniosła 70,1 dm³·M⁻¹·d⁻¹ i była niższa od wartości podawanej w wytycznych o 53,3%. Zużycie wody przez mieszkańców bloku „B” w wieloleciu 2004–2008 przedstawiono na rysunku 2.

W kolejnym analizowanym budynku wielorodzinnym „C” ilość pobieranej wody zimnej i ciepłej przez użytkowników była największa w porównaniu do pozostałych analizowanych budynków. Jednostkowe zużycie wody zimnej w okresie 5. lat wyniosło średnio 39,7 dm³·M⁻¹·d⁻¹, a wahało się od 32,7 dm³·M⁻¹·d⁻¹ w roku 2008 do 43,6 dm³·M⁻¹·d⁻¹ w roku 2006. Analogicznie w tych samych latach odnotowano zużycie wody ciepłej. Mianowicie najniższe jednostkowe zużycie wody ciepłej na poziomie 27,0 dm³·M⁻¹·d⁻¹ było w roku 2008, natomiast najwyższe – 35,8 dm³·M⁻¹·d⁻¹ odnotowano w roku 2006.

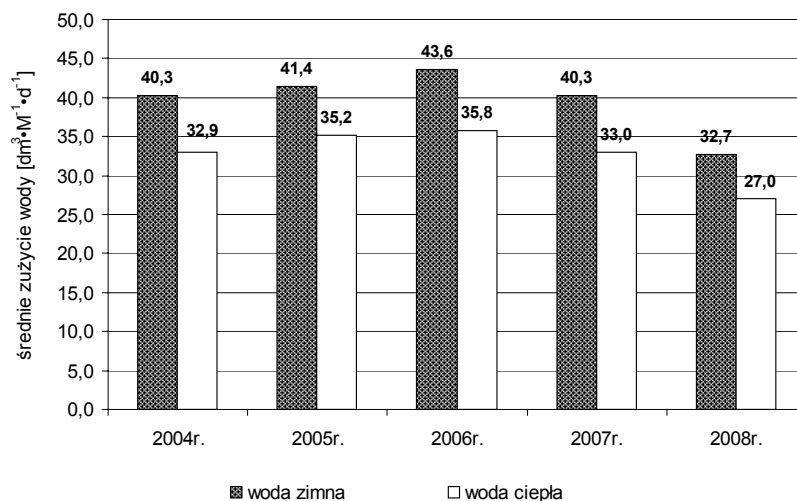


Rysunek 2. Zużycie jednostkowe wody zimnej i ciepłej w wieloleciu 2004–2008 przez mieszkańców bloku B

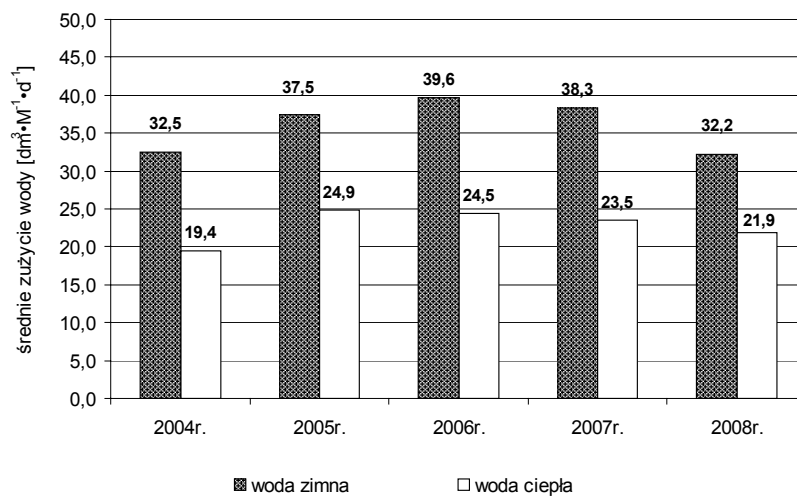
Figure 2. Unitary cold and arm water usage in the multi-year period of 2004–2008 by the tenants of the building B

Średnie jednostkowe zużycie wody ciepłej w tym budynku dla okresu 5. lat wyniosło $32,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Mieszkańcy bloku „C” zużywali średnio w badanym okresie $72,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ łącznie wody zimnej i ciepłej. Również w tym przypadku rzeczywista ilość pobieranej wody przez mieszkańców była dużo niższa od wartości podawanych z wytycznych. Różnica ta wyniosła 51,7%. Na rysunku 3 przedstawiono średnie zużycie wody zimnej i ciepłej przez mieszkańców bloku „C”.

W ostatnim analizowanym budynku „D” odnotowano natomiast największą rozbieżność pomiędzy zużyciem wody zimnej a ciepłej. W całym okresie badawczym średnie jednostkowe zużycie wody zimnej w bloku wyniosło $36,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Najniższe zużycie odnotowano w roku 2008 ($32,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, natomiast najwyższe w roku 2006 ($39,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). Zdecydowanie mniej wody ciepłej zużywali mieszkańcy analizowanego budynku. Jednostkowe zużycie wahało się od $19,4$ do $24,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Średnio w okresie 5. lat zużycie wody ciepłej na jednego mieszkańca wyniosło $22,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ i było niższe od zużycia wody zimnej o prawie 37%. W sumie średnie jednostkowe zużycie wody zimnej i ciepłej w budynku „D” w badanym wieloleciu wyniosło $58,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Tak jak w poprzednich budynkach, tak i w tym przypadku zużycie wody było dalece odbiegające od podawanego w wytycznych. Różnica pomiędzy zużyciem faktycznym a teoretycznym wyniosła blisko 61%. Zużycie wody zimnej i ciepłej w okresie od 2004 roku do 2008 roku w bloku „D” przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 3. Zużycie jednostkowe wody zimnej i ciepłej w wieloleciu 2004–2008 przez mieszkańców bloku C
Figure 3. Unitary cold and arm water usage in the multi-year period of 2004–2008 by the tenants of the building C



Rysunek 4. Zużycie jednostkowe wody zimnej i ciepłej w wieloleciu 2004–2008 przez mieszkańców bloku D
Figure 4. Unitary cold and arm water usage in the multi-year period of 2004–2008 by the tenants of the building D

PODSUMOWANIE

We wszystkich analizowanych budynkach wielorodzinnych odnotowano dużo mniejsze zużycie wody od wartości podawanych w aktualnie obowiązujących wytycznych. W okresie 5. lat pomiarów zużycia wody zimnej i ciepłej stwierdzono, iż średnio jeden mieszkaniec w ciągu doby zużywał od 54,7 dm³ w bloku „A” do 72,4 dm³ w bloku „C”. Różnica pomiędzy rzeczywistym zużyciem wody, a przyjmowanym w obowiązujących w wytycznych wynosiła od 63,5% do 51,7%. Jest to kolejny przykład, jak dalece aktualne wytyczne dotyczące zużycia wody przez ludzi odbiegają od rzeczywistości. We wstępie artykułu podano przykłady wyników badań dotyczących tendencji obniżania się jednostkowego zużycia wody przez ludzi, zarówno w miastach, jak na wsiach. Wyniki analizy zużycia wody przez mieszkańców lokali mieszkalnych w pełni i komfortowo wyposażonych w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne przedstawione w niniejszym artykule potwierdzają doniesienia literaturowe o niskim zużyciu wody. Małe zużycie wody jest oczywiście korzystne dla odbiorcy, gdyż ponosi on mniejsze koszty finansowe, ale jest też przyczyną wielu negatywnych następstw. Przede wszystkim małe zużycie wody powoduje jej dłuższy czas przebywania w sieci wodociągowej, a to z kolei prowadzi do rozwoju mikroorganizmów i bakterii chorobotwórczych (np. *Legionella*). Mała ilość zużywanej wody przez mieszkańców przekłada się też bezpośrednio na małą ilość odprowadzanych ścieków, a to z kolei powoduje niedociążenia hydrauliczne oczyszczalni ścieków. Dzieje się tak dlatego, że projektanci oczyszczalni jako ilość dopływających ścieków przyjmują wartości z wytycznych i odnoszą je do liczby mieszkańców. Faktycznie przed określeniem wielkości oczyszczalni powinno się dokładnie przeanalizować zużycie wody na danym terenie.

BIBLIOGRAFIA

- Bergel T., Bugajski P. (a) *Stosowanie nowoczesnej aparatury pomiarowej w wodociągach – moda czy konieczność?* Infstarktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2/2008, s. 247–258.
- Bergel T., Bugajski P. (b) *Wpływ wybranych czynników na bezzwrotne zużycie wody w gospodarstwach wiejskich.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna 9/2008, s. 60–63.
- Bugajski P., Bergel T. *Niedociążenia hydrauliczne przydomowych oczyszczalni ścieków.* Infstarktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5/2009, s. 147–154.
- Bugajski P., Kaczor G. *Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym.* Infstarktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2/2005, s. 17–26.
- Bugajski P., Satora S. *Bilans ścieków dopływających i dowożonych do oczyszczalni na przykładzie wybranego obiektu.* Infstarktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5/2009, s. 73–82.
- Chotkowski W., Lis G. *Krótkoterminowe prognozowanie dopływu ścieków do oczyszczalni na podstawie ilości zużywanej wody.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna 5/2008, s. 13–18.
- Chudzicki J., Sołoduskiewicz A. *Badania jednostkowego zużycia wody w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych na przykładzie Spółdzielni Mieszkaniowej „URSUS” w Warszawie.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1/2006, s. 16–19.

- Kaczor G., Bugajski P. *Evaluation of a BIOCOMPACT sewage treatment plant operating under low hydraulic loading conditions*. Environment Protection Engineering 3/2008, s. 53–58.
- Klugiewicz Jan., Pasela J. *Badania wpływu wodomierzy mieszkaniowych na zużycie wody w budynkach wielorodzinnych na osiedlu Wyżyny w Bydgoszczy*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1/2005, s. 14–17.
- Kolasa-Więcek A. *Prognozowanie zużycia wody w zależności od zmieniającej się liczby mieszkańców na Opolszczyźnie z wykorzystaniem sieci neuronowych*. Gospodarka Wodna 9/2009, s. 364–366.
- Koral W. *Przyczyny rozbieżności bilansu zużycia wody*. Wodociągi – Kanalizacja 121581/2008, s. 36–38.
- Pawełek J., Bergel T. *Specyfika zużycia wody na przykładzie wybranego gospodarstwa*. Inżynieria Rolnicza 2/2004, s. 135–148.
- Pawełek J. *Rozwój systemów zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków na terenach wiejskich w Polsce*. Przegląd Geodezyjny 12/2007, s. 8–10.
- Puszkarewicz A. *Analiza zużycia wody w osiedlach miejskich o zróżnicowanym wyposażeniu mieszkań*. Materiały konferencyjne Konferencji Naukowej nt. „Przyrodnicze i Techniczne Problemy Gospodarowania Wodą dla Zrównoważonego Rozwoju Obszarów Wiejskich” – Warszawa 10–11 wrzesień 2008r.
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku „w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody”. Dz. U. z dnia 31 stycznia 2002 r.
- Tuz P., Królikowski A. *Wskaźniki nierównomierności dobowej i godzinowej oraz chwilowych przepływów do doboru wodomierzy domowych w budownictwie wielorodzinnym*. Materiały konferencyjne Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej na temat: „Kompleksowe i Szczegółowe Problemy Inżynierii Środowiska” – Ustronie Morskie 2005r.

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) 632-57-88.
e-mail: p.bugajski@ur.krakow.pl

Recenzent: *prof. dr hab. inż. Jan Kempański*