

*Piotr Bugajski, Stefan Satora*

## **ZMIENNOŚĆ JEDNOSTKOWEGO ZUŻYCIA WODY PRZEZ MIESZKAŃCÓW OLKUSZA**

### ***VARIABILITY OF THE UNITARY AVERAGE DAILY WATER CONSUMPTION BY OLKUSZNIAN MAN***

#### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono wielkość oraz zmienność zużycia wody przez dwie grupy użytkowników podłączonych do wodociągu w miejscowości Olkusz. Zużycia wody określono na podstawie odczytów z wodomierzy prowadzonych w latach 2005–2007 w grupie budynków jednorodzinnych, a w latach 2004–2007 w grupie mieszkań budynków wielorodzinnych (bloków). Przeprowadzona analiza zużycia wody wykazała, że jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych wynoszące  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  a w budynkach wielorodzinnych  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  kształtowało się na podobnym poziomie jak zużycie wody występujące w innych miejscowościach, takich jak Mszana Dolna i Górna, Jordanów oraz Kocmyrzów-Luborzycza województwa małopolskiego. W analizowanej grupie budynków jednorodzinnych w badanym wieloleciu odnotowano 5,2% spadek zużycia wody, natomiast w budynkach wielorodzinnych wzrost o 6,6%. Jednostkowe zużycie wody w budynkach jedno i wielorodzinnych maleje wraz ze wzrostem liczby mieszkańców. Średnie rzeczywiste jednostkowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych było niższe o 24%, a w budynkach wielorodzinnych niższe o 45,1% od zużycia normowego. Zmienność zużycia wody określona została na podstawie wielkości statystycznego współczynnika zmienności. W budynkach jednorodzinnych była ona najczęściej średnia (73,3% ogółu budynków), a w budynkach wielorodzinnych mała (63,3% ogółu mieszkań).

**Słowa kluczowe:** wodociąg, jednostkowe zużycia wody

### Summary

*In the elaboration the size and variability of water consumption by the two groups of users connected to the main water supply in Olkusz were presented. The consumption of water has been estimated on the basis of the readings of water meters conducted in 2005-2007 within the group of detached houses and in 2004—2007 within the group of residential building block of flats). A detailed analysis of water consumption demonstrated, that the unitary average daily water consumption within detached houses amounted to  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  whereas in residential buildings it amounted to  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Both consumptions have been remaining on the similar level in comparison to the water consumption of other cities in the Malopolska region. In the analyzed group of detached houses within the studied period there has been a 5,2% decrease in water consumption, while in the residential buildings the 6,6% increase was detected. The unitary daily water consumption within the group of detached houses and residential buildings decreases with the increasing of the number of residents. An average real unitary water consumption within detached houses has been 24% lower from the standard consumption, whereas within residential buildings the result amounted to 45,1% from standard water consumption. The variability of water consumption within detached houses has been generally average (73,3% of total detached houses), and within the residential buildings has been small (63,3% of total block of flats).*

**Key words:** water pipe, unitary water consumption

### WPROWADZENIE

Określenie wielkości zużycia wody ma decydujący wpływ na poprawne i ekonomicznie uzasadnione zaprojektowanie systemu wodociągowego, a w dalszej konsekwencji jego prawidłowe działanie i właściwe rozliczanie usług wodociągowych [Heidrich 1999; Szpindor 1998, Bergel, Kaczor 2007]. Prowadzone obserwacje zużycia wody wskazują na to, że wodociągi są przemiarowywane, co wpływa w konsekwencji na zwiększenie strat wody, podwyższenie kosztów budowy i eksploatacji sieci wodociągowych i umieszczonych na nich urządzeń. Wpływa to również na obniżenie jakości, ilości i ciśnienia dostarczanej wody. Celowym jest więc prowadzenie dalszych obserwacji zmienności zużycia wody, czego wynikiem jest niniejsze opracowanie charakteryzujące kształtowanie się zużycia wody na terenie miasta Olkusza.

### CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Celem badań było ustalenie wielkości oraz zmienności zużycia wody na podstawie odczytów z wodomierzy zainstalowanych w 30 domach jednorodzinnych i 30 mieszkaniach budynków wielorodzinnych (bloków) zlokalizowanych na terenie miasta Olkusza. Odczyty w domach jednorodzinnych wykonane były w latach 2005–2007, a w domach wielorodzinnych w latach 2004–2007.

W opracowaniu zostanie określona zmienność jednostkowego średniego zużycia wody w badanych obiektach charakteryzowana przy wykorzystaniu statystycznych współczynników zmienności. Porównane zostaną również wartości średniego jednostkowego dobowego zużycia wody w domach jednorodzinnych i mieszkaniach bloków, oraz wielkości zużycia wody obliczone według normy ze zużyciami rzeczywistymi.

Wszystkie gospodarstwa budownictwa jednorodzinne znajdują się w północnej części miasta Olkusza obejmującej Osiedle Skalskie. Natomiast budynki wielorodzinne usytuowane są na południu miasta na terenie Osiedla Młodych.

Informacje związane z ogólną charakterystyką terenu badań uzyskano z literatury [Turzański 2003]. Dokumentację techniczną oraz informacje na podstawie których wykonano charakterystykę wodociągu jak również określono wielkości zużycia wody w domach jednorodzinnych udostępniło Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Olkuszu.

Odczyty stanów wodomierzy w budynkach jednorodzinnych wykonywane były z częstotliwością raz na trzy miesiące w odstępach od 90 do 92 dni. Liczba ludności zamieszkującej domy jednorodzinne została udostępniona przez Urząd Miasta i Gminy Olkusz. Została ona uwierzytelniona podczas wykonanych wizji lokalnych. Informacje na temat wielkości zużycia wody w mieszkaniach domów wielorodzinnych (blokach) określonego na podstawie odczytów z wodomierzy jak również liczbę zamieszkujących je osób otrzymano w Olkuskiej Spółdzielni Mieszkaniowej. Liczba ta też została sprawdzona podczas wizji terenowej. Odczyty stanów wodomierzy w mieszkaniach domów wielorodzinnych wykonywane były w odstępach czasu od miesiąca do sześciu miesięcy (czyli w przedziale od 31 do 184 dni). Typem wodomierzy zainstalowanych w budynkach jednorodzinnych jak i mieszkaniach budynków wielorodzinnych były wodomierze skrzydełkowe, jednostrumieniowe, suchobieżne JS SN+ o średnicy nominalnej 15 mm i przepływie  $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Przeznaczone są one do pomiaru zużycia wody zimnej ( $30^\circ\text{C}$ ) i ciepłej ( $90^\circ\text{C}$ ) w mieszkaniach i domach jednorodzinnych. Wodomierze te cechuje: ośmiopozycyjne liczydło bębnekowe, ułatwiające dokładny odczyt, wysoka odporność na silne pole magnetyczne, możliwość obrotu liczydła o  $355^\circ$ , oraz klasa metrologiczna B – H, A – V o dopuszczalnym błędzie pomiaru do ok.  $\pm 2\%$  [Pawełek, Bergel 2008]. Zmienność zużycia wody ustalono na podstawie statystycznego współczynnika zmienności, będącego iloczynem odchylenia standardowego i średniej arytmetycznej. Wartość współczynnika zmienności zbliżona do 0 uznano jako brak zmienności, 0–33% jako małą zmienność, 33– 66% średnią, 66–100% zmienność dużą, powyżej 100% za bardzo dużą. W opracowaniu porównano również rzeczywiste zużycie wody z normowym (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody - Dz.U. Nr 8 z dnia 31 stycznia 2002 r., poz.70), określonym na podstawie oceny stopnia wyposażenia mieszkań w instalacje sanitarne.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW

Olkusz to średniowieczne miasto górnicze, którego powstanie i rozwój związane były z eksploatacją ołowiu i srebra, w nowszych czasach przede wszystkim cynku.

Wykorzystując pokłady srebra w XVI wieku, uruchomiono w nim mennicę państwową działającą do końca wieku. Przyjmuje się, że prawa miejskie Olkusz uzyskał w 1299 roku. Obecnie miasto jest ośrodkiem przemysłowym, główną gałęzią przemysłu jest metalowy z Olkuską Fabryką Naczyń Emaliowanych Emalia S.A., lokalnym ośrodkiem handlowym, kulturalnym oraz turystycznym związanym z centralnym położeniem miasta w krajobrazowym paśmie Jury Krakowsko – Częstochowskiej.

Liczba mieszkańców miasta na dzień 31 grudnia 2007 r. wynosiła 37 852.

Według danych na dzień 1 stycznia 2008 r., ogólna powierzchnia obszaru Olkusza wynosi 2 556 ha, z czego: 952 ha zajmują użytki rolne, 744 ha grunty leśne oraz zadrzewienia i zakrzewienia, 784 ha grunty zabudowane i zurbanizowane, 7 ha grunty pod wodami, 55 ha nieużytki oraz 14 ha tereny różne.

Źródłem wody pitnej dla ludności i przemysłu miasta Olkusz są wody kopalniane odpompowywane z górotworu kopalni Olkusz-Pomorzany. Ujęcie z pompownią wody surowej stanowi element rozbudowanego systemu uzdatniania wody dla wodociągu grupowego w Olkuszu. Ujęcie wody surowej typu brzegowego z grawitacyjnym dopływem wody do zbiornika pod pompownią, wykonane jest na kanale wód dołowych w odległości 50 m od komory przelewowej, gdzie doprowadzane są wody dołowe z szybów „Chrobry” i „Bronisław”. Stacja uzdatniania wody w Olkuszu znajduje się w pobliżu ujęcia wody. Ogólna długość sieci wodociągowej w rejonie działalności Przedsiębiorstwa Wodociągowego i Kanalizacyjnego na koniec 2007 roku w mieście i gminie Olkusz wynosiła ogółem 309,6 km w tym: sieć przemysłowa 12,8 km, sieć rozdzielcza 179,0 km, podłączenia wodociągowe 90,3 km, oraz przyłącza nieodpłatnie eksploatowane 27,5 km. Zbiorniki wody czystej zlokalizowane są w najwyższej części terenu przysiółka Parcz, przy drodze do Kluczy. Zbiorniki zapasowo – wyrównawcze pełnią funkcje gromadzenia wody dostarczanej ze Stacji Uzdatniania Wody w Olkuszu. Gromadzenia wody odbywa się w dwóch nowych zbiornikach o pojemności 5000 m<sup>3</sup> każdy oraz w jednym o pojemności 2000 m<sup>3</sup> (obecnie wyłączony z eksploatacji).

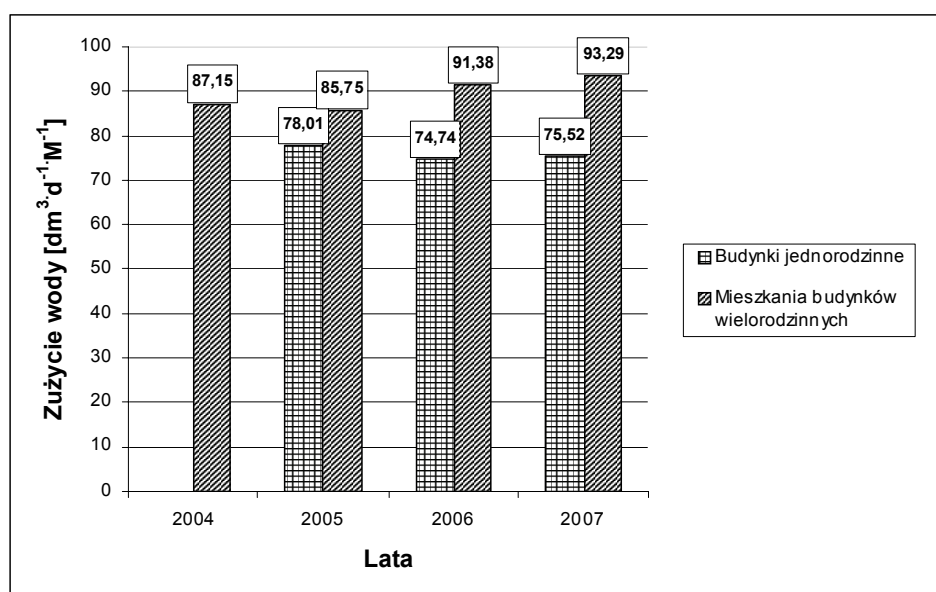
## WYNIKI I ANALIZA BADAŃ

Wielkość zużycia wody w domach jednorodzinnych badano w okresie wielolecia 2005–2007 u 30 użytkowników zlokalizowanych przy ulicach Wiejskiej i Nowowiejskiej w Olkuszu. Zużycie wody mierzone było tutaj w odstępach czasu od 90 do 92 dni.

Łączna liczba osób zamieszkująca analizowane domy jednorodzinne wynosi 121. Liczba osób zamieszkująca poszczególne domy wynosi od 1 do 9 osób, przy czym przeważają (53%) domy o liczbie mieszkańców 3–4.

Wartości średnich jednostkowych dobowych zużyć wody w domach jednorodzinnych w poszczególnych latach badanego okresu u większości użytkowników (70%) wykazywały spadek od 1,4% do 26,8%. Najniższe średnie jednostkowe dobowe zużycia wody wynosiły w poszczególnych latach wielolecia od  $26,03 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2007 r.) do  $35,02 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2005 r.) i wystąpiły one w domu przy ulicy Nowowiejskiej 1 zamieszkiwanym przez rodzinę czteroosobową. Najwyższe zużycia w badanym wieloleciu wynoszące od  $200,42 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2005 r.) do  $244,38 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2007 r.) występowały w budynku przy ulicy Wiejskiej 7 zamieszkiwanym przez jedną osobę.

Średnie dobowe jednostkowe zużycie wody z wielolecia policzone ze wszystkich badanych domów jednorodzinnych (rys. 1) wahało się w granicach między  $74,74 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2007 r.) do  $78,01 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2005 r.). Spadek zużycia wody w badanym okresie był więc nieznaczny i wynosił 3,0%. Powodem spadku zużycia wody w domach jednorodzinnych był prawdopodobnie wzrost cen wody. Średnie zużycie w wieloleciu ze wszystkich badanych obiektów wyniosło  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ .



**Rysunek 1.** Wielkość średniego jednostkowego zużycia wody w domach jednorodzinnych i mieszkaniach bloków w Olkuszu w poszczególnych latach badanego wielolecia

**Figure 1.** The size the unitary average daily water consumption within detached houses and block of flats during individual years of examined multiannual

Zużycie wody w 30 mieszkaniach domów wielorodzinnych (bloków) określone zostało w wieloleciu 2004-2007. Odstępy czasu pomiędzy poszczególnymi odczytami wskazań wodomierzy wynosiły tutaj od 31 do 184 dni. Łącznie badane obiekty zamieszkiwało 62 osoby przy liczbie mieszkańców w poszczególnych lokalach bloku od 1 do 5 (prawie po 50% mieszkań 2 osobowych oraz 3- i 4 osobowych).

Najniższe w roku zużycia wody wynoszące od  $9,12 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2005 r.) do  $12,33 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2006 r.) zarejestrowano w lokalu przy ul. Reja 19 (2005 r.) zamieszkiwanym przez 3 osoby, a najwyższe od  $193,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2005 r.) do  $251,09 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2006 r.) w lokalu przy ul. Reja 12 zamieszkiwanym przez jedną osobę. W badanym wieloleciu w 56,7% przypadków zużycie wzrastało o wielkość od 0,3% (Reja 21) do 230,5% (Reja 11). Średnie roczne zużycie obliczone dla wszystkich badanych użytkowników wzrastało w zakresie od  $87,15 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2004 r.) do  $93,29 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (2007 r.) czyli prawie o 7,0%. Średnia wielkość zużycia dla wielolecia wynosiła  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ .

Średnie jednostkowe zużycie wody  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w badanym wieloleciu w domach jednorodzinnych było niższe o  $11,82 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (13,5%) od analogicznego zużycia wody w mieszkaniach budynków wielorodzinnych wynoszącego  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Maksymalna wartość średniego dobowego jednostkowego zużycia wody  $222,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach jednorodzinnych (Wiejska 7) była wyższa od analogicznego o  $11,01 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (4,9%) wynoszącego  $211,82 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w mieszkaniu (Reja 12) budynku wielorodzinnego. Natomiast minimalne średnie dobowe jednostkowe zużycie  $29,22 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w domu jednorodzinym (Nowowiejska 1) było wyższe od analogicznego o  $16,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (57,5%) wynoszącego  $12,42 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  odnotowanego w mieszkaniu przy ul. Reja 1 w budynku wielorodzinnym.

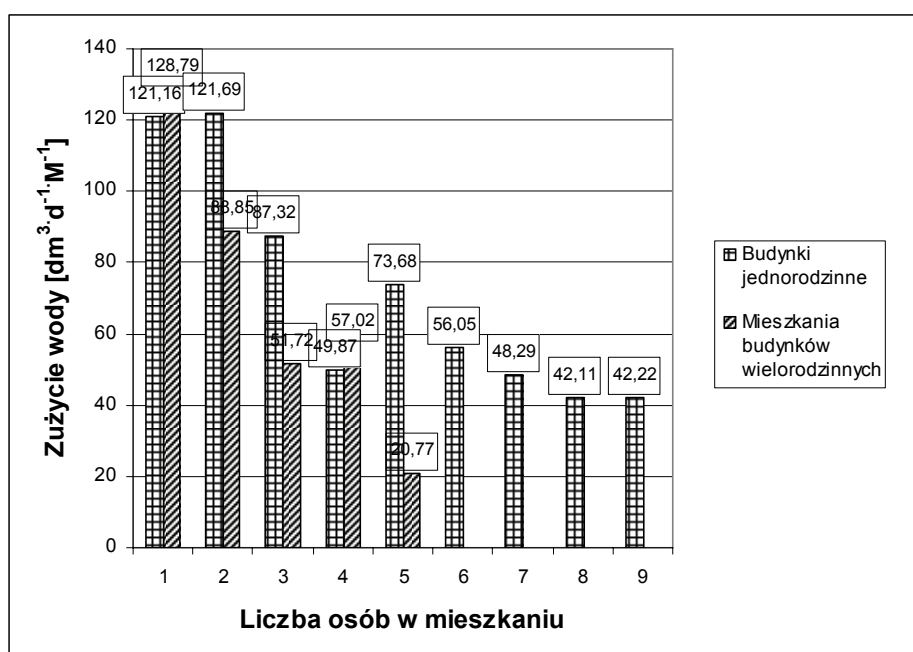
Poddana analizie grupa budynków jednorodzinnych ze względu na wyposażenie w instalacje sanitarne została zakwalifikowana do klasy IV. Przypisano im wyższe normowe wartości, tj.  $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , ze względu na podłączenie do sieci kanalizacyjnej.

W analizowanej grupie badane rzeczywiste jednostkowe średnie dobowe zużycia wody w 6 badanych budynkach przekroczyło wartość normowego zużycia wody. Najwyższe przekroczenie wynoszące  $122,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  odnotowano w gospodarstwie domowym zamieszkiwanym przez 1 osobę (Wiejska 7). Natomiast najniższe przekroczenie o  $15,43 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  wystąpiło w rodzinie 5-osobowej na ulicy Wiejskiej 6. Średnie jednostkowe dobowe zużycie w badanych domach jednorodzinnych, wynoszące  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było niższe od normowego zużycia o 24%.

Biorąc pod uwagę wielkość statystycznego współczynnika zmienności stwierdza się w budynkach jednorodzinnych najczęściej występującą średnią zmienność (33–66%) zużycia wody.

Poddane analizie budynki wielorodzinne zakwalifikowano do V klasy wyposażenia w instalacje sanitarne i podłączenie ciepłej wody. Przypisano im normowe wartości zużycia  $160 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ .

W analizowanej grupie badane rzeczywiste jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w 4 badanych budynkach przekroczyło wartość normowego zużycia wody. Najwyższe przekroczenie wynoszące  $51,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  odnotowano na ulicy Reja 12. Natomiast najniższe przekroczenie o  $2,16 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  wystąpiło na Reja 2. Wszystkie mieszkania w których wystąpiło przekroczenie zużycia normowego są zamieszkiwane przez 1 osobę. Średnie jednostkowe dobowe zużycie w badanych domach wielorodzinnych, wynoszące  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było niższe od normowego zużycia o 45,1%.



**Rysunek 2.** Średnie jednostkowe zużycie wody w domach jednorodzinnych i mieszkaniach bloków w Olkuszu w zależności od liczby zamieszkałych osób  
**Figure 2.** An average real unitary water consumption within detached houses and block of flats depending on the number of inhabitants

Analiza zmienności zużycia wody w budynkach jednorodzinnych w zależności od liczby domowników, wskazuje na to, że jednostkowe zużycie wody nie rośnie proporcjonalnie wraz ze wzrostem liczby mieszkańców. Zużycie wody w budynkach jednorodzinnych zamieszkiwanych przez rodzinę 9-osobowa,

wynoszące  $42,22 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , było niższe o 65,15% od zużycia wody w budynkach 1 – osobowych wynoszące  $121,16 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Zużycie wody w budynkach wielorodzinnych zamieszkiwanych przez 5 osób, wynoszące  $20,77 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , było niższe o 83,9% od zużycia wody  $128,79 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach 1- osobowych (rys. 2).

Biorąc pod uwagę wielkość statystycznego współczynnika zmienności stwierdza się w mieszkaniach budynków wielorodzinnych najczęściej występującą małą zmienność (0–33%) zużycia wody.

### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wodociąg dla miasta Olkusza zasilany jest z ujęcia wód podziemnych kopalni Olkusz- Pomorzany. Jego zdolność produkcyjna wynosi  $42\ 000 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . Liczba przyłączy do sieci wodociągowej według stanu na rok 2007 wynosi 3365. Ilość wody sprzedanej w latach 2002–2006 wahała się w przedziale od 2611,3 do 2879,7 tys.  $\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$  (średnio dobowo od 7154,3 do 7889,5  $\text{m}^3$ ). Cena jednostkowa w badanym wieloleciu wahała się w przedziale 3,41 do 4,16 zł za  $\text{m}^3$  wody. Wielkość i zmienność zużycia wody przez mieszkańców Olkusza określono na podstawie analizy odczytów z wodomierzy w 60 wytypowanych obiektach (30 budynkach jednorodzinnych i 30 mieszkaniach budynków wielorodzinnych), o łącznej liczbie mieszkańców wynoszącej 183 osoby. W przypadku budynków jednorodzinnych analiza dotyczyła wielolecia 2005–2007, natomiast w mieszkaniach budynków wielorodzinnych okresu 2004–2007. Wszystkie poddane analizie obiekty w badanym wieloleciu pobierały łącznie  $15041 \text{ m}^3$  wody, z czego  $6270 \text{ m}^3$  przypadało na budynki jednorodzinne, a  $8771 \text{ m}^3$  związanych było ze zużyciem wody w mieszkaniach budynków wielorodzinnych (bloków). Wielkości średnich dobowych zużyć wody przypadających na gospodarstwo w badanym wieloleciu kształtowały się na poziomie  $267 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  w przypadku budynków jednorodzinnych i  $152,67 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  w mieszkaniach budynków wielorodzinnych. Średnie przeliczeniowe dobowe zużycie wody wynoszące  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach jednorodzinnych oraz jednostkowe  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w mieszkaniach budynków wielorodzinnych, są zbliżone do zużyć wody występujących w kilku miejscowościach Polski południowej, województwa małopolskiego. Jednostkowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych Olkusza było niższe od zużycia wody w miejscowościach Mszana Dolna ( $78,79 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ), Mszana Górna ( $86,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) i Jordanów ( $86,85 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) [Bergel, Kaczor 2007; Satora, Milianović 2007] odpowiednio o 3,6%, 12,2% i 12,5%. Wartość przeliczeniowego zużycia wody w Olkuszu była najbardziej zbliżona (niższa o 0,8%) do analogicznego zużycia w miejscowości Stanisławice ( $76,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ). Jednostkowe zużycie wody w Olkuszu było wyższe o 35,5% od zużycia wody w miejscowości Kocmyrzów – Luborzyca ( $49 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) [Pawełek, Satora 2001]. Jednostkowe zużycie wody w bu-



dynekach wielorodzinnych Olkusza było również wyższe od zużycia wody zarejestrowanego miejscowościach Mszana Dolna i Jordanów odpowiednio o 4,5% i 3,1%. Przeprowadzona analiza wielkości i zmienności zużycia wody w wybranych 30 budynkach jednorodzinnych i 30 wielorodzinnych korzystających z wodociągu dla miasta Olkusza umożliwia sformułowanie następujących wniosków i stwierdzeń:

1. Średnie jednostkowe przeliczeniowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych w badanym wieloleciu wynosiło  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Najwyższe zużycie  $222,83 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  odbiegało od średniego o 193,35%, a najniższe  $29,22 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  o 160%.

2. W przypadku mieszkań budynków wielorodzinnych średnie jednostkowe zużycie w badanym wieloleciu wynosiło  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Najwyższe zużycie wody  $211,82 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  odbiegało od średniego o 141,3%, a najniższe natomiast wynoszące  $12,42 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  o 606,8%.

3. Średnie jednostkowe dobowe zużycie wody przez mieszkańców budynków wielorodzinnych ( $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) było wyższe o 13,5% od analogicznego zużycia ( $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) w budynkach jednorodzinnych.

4. W analizowanych budynkach jednorodzinnych w badanym wieloleciu odnotowano spadek zużycia wody o 5,2%, natomiast w budynkach wielorodzinnych odnotowano wzrost zużycia o 6,6%.

5. Analiza zmienności zużycia wody w budynkach jednorodzinnych w zależności od liczby domowników, wskazuje na to, że jednostkowe zużycie wody nie rośnie proporcjonalnie wraz ze wzrostem liczby mieszkańców. Zużycie wody w budynkach jednorodzinnych zamieszkiwanych przez rodzinę 9-osobową, wynoszące  $42,22 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , było niższe o 65,15% od zużycia wody w budynkach 1-osobowych wynoszącego  $121,16 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Zużycie wody w mieszkaniach budynków wielorodzinnych zamieszkiwanych przez 5 osób, wynoszące  $20,77 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , było niższe o 83,9% od zużycia wody  $128,79 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach 1-osobowych.

6. Średnie jednostkowe dobowe zużycie wody z wielolecia w badanych budynkach jednorodzinnych wynoszące  $75,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było niższe o 24% od normowego zużycia wody równego  $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Porównując normowe zużycie wody na mieszkańca z rzeczywistym w poszczególnych budynkach stwierdza się, że w 20% budynków jednorodzinnych przekroczone jest jednak zużycie normowe o 1,3–32,4% (średnio 12%).

7. Średnie jednostkowe dobowe zużycie wody we wszystkich badanych mieszkaniach budynków wielorodzinnych, wynoszące  $87,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było niższe o 45,1% od normowego zużycia wody wynoszącego  $160 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Porównując normowe jednostkowe zużycie wody w poszczególnych mieszkaniach budynków wielorodzinnych, stwierdza się, że tylko 13,3% z nich przekracza jednostkowe zużycie normowe o 15,4 – 122,8% (średnio 50,8%).

8. Na podstawie wielkości statystycznego współczynnika zmienności można stwierdzić, że w budynkach jednorodzinnych najczęściej zmienność zużycia była średnia, w dalszej kolejności duża, natomiast w budynkach wielorodzinnych najczęściej była mała, a w dalszej kolejności średnia.

9. Typ zastosowanych nowoczesnych wodomierzy do pomiaru zużycia wody tak w budynkach jedno jak i wielorodzinnych, których błąd pomiaru szacuje się na  $\pm 2\%$  nie wpływa w sposób zasadniczy na końcową uśrednioną wielkość zużycia.

### BIBLIOGRAFIA

- Bergel T., Kaczor G. *Wielkość i nierównomierność poboru wody przez pojedyncze gospodarstwa wiejskie*. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich 1/2007, s. 125–136.
- Heidrich Z. *Wodociągi*. WSiP Warszawa 1999.
- Pawełek J., Bergel T. *Opomiarowanie zużycia wody w aspekcie ograniczenia jej strat*. Wodociągi – Kanalizacja Wydawnictwo Komunalne 12/583. Poznań 2008, s. 32–35.
- Pawełek J., Satora S. *Zmienność zużycia wody w gospodarstwach wsi Goszcza podłączonych do wodociągu w gminie Kocmyrzów–Luborzycza*. Inżynieria Rolnicza 8/2001, s. 335–343.
- Satora S., Milianović E. *Wielkość zużycia wody przez użytkowników wodociągu w Jordanowie*. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich 1/2007, s. 205–214.
- Szpindor A. *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja wsi*. Arkady, Warszawa 1998.
- Turzański K.P. (red.) *Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim*. WIOŚ, Kraków.

Dr hab. inż. Stefan Satora, dr inż. Piotr Bugajski,  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej  
email: rmsator@cyf-kr.edu.pl  
pbugajsk@ar.krakow.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Stanisław Czaban