

*Krzysztof Chmielowski, Stefan Satora, Andrzej Wałęga*

## **ZMIENNOŚĆ JEDNOSTKOWEGO ZUŻYCIA WODY PRZEZ MIESZKAŃCÓW MSZANY DOLNEJ**

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

#### **Streszczenie**

Wielkość oraz zmienność zużycia wody przez mieszkańców Mszany Dolnej określono na podstawie analizy odczytów z wodomierzy w 35 budynkach w wieloletnim okresie 2001–2007. Przeprowadzona analiza danych wykazała, że jednostkowe średnie dobowe zużycia wody w Mszanie Dolnej wynoszące  $78,79 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach jednorodzinnych oraz  $83,80 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach wielorodzinnych były zbliżone do zużyć wody występujących w innych miejscowościach Polski południowej. W badanych obiektach odnotowano ciągły spadek zużycia wody, który w okresie badawczym sięgał 25% w budynkach jednorodzinnych oraz 15,5% w wielorodzinnych. Jednostkowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych maleje również wraz ze wzrostem liczby mieszkańców.

Największe jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych występowało w miesiącach letnich, natomiast minimalne odnotowano jesienią. Różnice w wielkościach zużycia wody w poszczególnych porach roku w budynkach wielorodzinnych są nieznaczne. Średnie jednostkowe zużycie w gospodarstwach domowych było o 21,2% niższe od zużycia normowego, natomiast w budynkach wielorodzinnych różnica ta wynosiła 47,6%.

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

#### **Summary**

*The volume and variability of water consumption by inhabitants of town of Mszana Dolna was defined on the basis of readings from meters in 35 buildings in the period 2001–2007. The analysis performed showed that the average daily water consumption in Mszana Dolna totalled  $78,79 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  in single family*

houses and  $83,80 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  in block of apartments, which is similar to water consumption in other places across southern Poland. In the buildings analyzed, a continuous drop in water consumption was recorded, which in the period analyzed reached 25% in houses and 15,5% in blocks of apartments. The number of units of water consumed in houses also decreased despite the increase in the number of inhabitants. Average daily water consumption in single family houses reached a peak in summer, while lowest water consumption levels were recorded in autumn. Differences in water consumption volumes in particular seasons in blocks of apartments are marginal. Average household consumption was by 21,2% lower than the consumption levels specified in the standard, while the difference in block of apartments amounted to 47,6%.

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

## WPROWADZENIE

Ocena światowych zasobów wodnych ze względu na ich losowy charakter jest szacunkowa i obarczona błędami. Łączne zasoby wody Ziemi ocenia się na  $1386 \text{ mln km}^3$ , z czego zasoby wody słodkiej osiągają wielkość około  $35 \text{ mln km}^3$ . Udział zasobów wodnych Polski w zasobach światowych jest niewielki (poniżej 1‰). Większy natomiast jest udział w zasobach wodnych Europy, można go szacować na około 1,8%. Odnawialne zasoby wód powierzchniowych w przeliczeniu na mieszkańca w skali roku ocenia się w świecie na  $7300 \text{ m}^3$ , a w Europie na  $4560 \text{ m}^3$ . Jednostkowe zasoby wodne na 1 mieszkańca w Polsce wynoszą  $1430 \text{ m}^3$  w roku przeciętnym i  $783 \text{ m}^3$  w roku suchym [Heidrich 1999; Szpindor 1998].

Z analizy wielkości zasobów wodnych w Polsce wynika, że na dostępność wody wpływ mają nie tylko małe ich zasoby i warunki fizyczno-geograficzne, ale również nieracjonalne gospodarowanie, nadmierna koncentracja przemysłu oraz zanieczyszczenie zasobów w wyniku antropopresji [Ciepielowski 1999]. Z powodu ograniczonych zasobów wody oraz wysokich kosztów ujmowania i uzdatniania wody oraz konieczności ich ochrony niezbędna jest znajomość rzeczywistego zużycia wody. Z dotychczas przeprowadzanych badań wynika, że sieci wodociągowe są przewymiarowywane, co powoduje zwiększenie strat wody, zwiększenie kosztów budowy i konserwacji urządzeń i sieci wodociągowych oraz prowadzi do pobierania wyższych opłat za wodę od użytkowników rozliczanych ryczałtowo. Odpowiednio zaprojektowana sieć wodociągowa przy wykorzystaniu realnych wartości zużycia wody umożliwia więc dostarczenie do odbiorców wody przy najniższych kosztach w odpowiedniej ilości, jakości oraz pod wymaganym ciśnieniem.

Ocena zmienności oraz wielkości zużycia wody przez mieszkańców podłączonych do wodociągu na terenie miasta Mszana Dolna jest celem niniejszego opracowania.

## MATERIAŁ I METODY

Zużycie wody określone zostało na podstawie odczytów z wodomierzy zainstalowanych w wytypowanych losowo budynkach mieszkalnych. Zakresem opracowania objęty jest wodociąg dla miejscowości Mszana Górna oraz wielkości zużycia wody zarejestrowane w latach 2001–2007 w 27 domach zabudowy pojedynczej oraz 8 budynkach wielorodzinnych (blokach mieszkalnych). Informacje dotyczące ogólnej charakterystyki obszaru badań uzyskano z literatury natomiast związane z ujęciami wody oraz siecią wodociągową z dokumentacji technicznej Zakładu Gospodarki Komunalnej oraz od pracowników Urzędu Miasta w Mszanie Dolnej. Urząd Miasta udostępnił również informacje dotyczące liczby mieszkańców w poszczególnych budynkach jednorodzinnych oraz w mieszkaniach budynków wielorodzinnych (bloków). Liczba ta została uwieczniona podczas wykonanych wizji lokalnych.

Dane dotyczące zużycia wody w analizowanych obiektach uzyskano z odczytów wodomierzy prowadzonych regularnie przez Zakład Gospodarki Komunalnej. Odczyty te z wodomierzy zainstalowanych w budynkach jednorodzinnych przeprowadzane były średnio w odstępach co dwa miesiące, natomiast w budynkach wielorodzinnych raz w miesiącu. Analizie poddano materiał badawczy pochodzący z wielolecia 2001–2007 obejmujący zużycia wody przez mieszkańców 27 domów z zabudowie pojedynczej oraz 8 budynków wielorodzinnych (bloków mieszkalnych) w których łącznie zamieszkiwało 753 osoby. Uzyskane odczyty z wodomierzy zainstalowanych u odbiorców wody przeliczono na liczbę osób zamieszkujących poszczególne pomieszczenia w wyniku czego otrzymano jednostkowe zużycia wody na dobę i mieszkańca. Typem wodomierzy zainstalowanych w budynkach jednorodzinnych 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]. W budynkach wielorodzinnych zamontowane były wodomierze MZ śrubowe, suchobieżne, z poziomą osią wirnika o średnicy 80 mm. Przeznaczone są one do pomiaru przepływu znacznych ilości wody zimnej do  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  i charakteryzują się czytelnym, hermetycznym bębnekowo-zegarkowym liczydłem, możliwością montażu pokryw zabezpieczającej liczydło i obrotem liczydła o  $355^\circ$  oraz klasą metrologiczną B – H, A – V, która daje też dopuszczalny błąd pomiaru przepływu do ok.  $\pm 2\%$ .

Zmienność zużycia wody oceniono przy wykorzystaniu statystycznych współczynników zmienności zużycia wody (będących ilorazem średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego). Wartość współczynnika bliższą 0 uznano za brak zmienności, 0–33 zmienność małą, 33–66 średnią, 66–100 dużą, a wartość powyżej 100 za bardzo dużą [Satora, Milijanović 2007].

## WYNIKI I ANALIZA BADAŃ

Omawiane obiekty znajdują się na terenie miasta Mszana Górna będącego miejscowością gminną zlokalizowaną w południowej Polsce, w powiecie limanowskim. Według stanu na dzień 30 czerwca 2004 roku ludność Mszany Dolnej wynosi 7431 osób. Gęstość zaludnienia wynosi 274,2 mieszkańców na km<sup>2</sup>.

Wodociąg dla miasta Mszana Dolna zasilany jest z 2 ujęć: Szklanówka i Adamczyków. Ujęcie na potoku Szklanówka jest ujęciem typu progowego, w formie muru z betonu dobrojonego, ustawionego w poprzek koryta potoku. Wysokość piętrzenia na progu wynosi 0,5 m. Ujęcie wody na potoku Adamczyków jest ujęciem typu progowego w formie betonowego stopnia z betonową niecką wypadową. Wysokość piętrzenia wynosi 1,0 m, długość stopnia 11,0 m.

Wodociąg o długości sieci 12 km (w tym ze stali 10 km i PCV 2 km), dostarcza wodę dla 2,5 tys. osób. Produkcja wody wynosi 800 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> (w tym 500 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> z ujęcia Szklanówka i 300 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> z ujęcia Adamczyków). Liczba przyłączy wynosi 550, a średnica rurociągów 100 mm.

Podstawą do dokonania analizy zużycia wody w budynkach jednorodzinnych w miejscowości Mszana Dolna były regularne odczyty z wodomierzy wykonane w wieloleciu 2001–2007 w 27 budynkach jednorodzinnych, w których zamieszkiwało 127 osób.

Średnie dobowe zużycie wody w siedmioletnim okresie badawczym w przeliczeniu na mieszkańca daje wartość zużycia 78,79 dm<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>M<sup>-1</sup>. Różnice ekstremalnych przeliczeniowych zużyć wody na mieszkańca są duże. Maksymalne zarejestrowane średnie przeliczeniowe dobowe zużycie wody wynoszące 409,84 dm<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>M<sup>-1</sup> w gospodarstwie numer 5 zamieszkiwanym przez 3 osoby było niemal 50 – krotnie wyższe od minimalnego zużycia wynoszącego 8,20 dm<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>M<sup>-1</sup> w gospodarstwie numer 12 zamieszkiwanym przez 4 osoby. Główną przyczyną tak dużych rozbieżności w zużyciu wody w poszczególnych gospodarstwach są znaczne różnice w liczbie zamieszkujących je osób (2 budynki ośmioosobowe, 1 siedmioosobowy, 5 sześć i pięcioosobowych, oraz 7 cztero i trzyosobowych) oraz możliwość błędu pojedynczego odczytu, który rekompensowany był przez odczyt poprzedzający lub następny.

Średnie dobowe zużycie wody na mieszkańca w badanym wieloleciu systematycznie malały od 83,89 dm<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>M<sup>-1</sup> w 2001 roku, do 67,03 dm<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>M<sup>-1</sup> w roku 2007 (w 2003 roku zużycie to wyjątkowo wzrosło do wartości 85,60 dm<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>M<sup>-1</sup>) (rys. 1). Spadek zużycia wody w badanym okresie był znaczny i dochodził do 25%. Głównymi przyczynami tego zjawiska był prawdopodobnie wzrost cen wody oraz coraz większa świadomość ekologiczna mieszkańców. Analizując ekstremalne zużycia wody w poszczególnych latach wielolecia należy zauważyć duże różnice jednostkowych średnich dobowych zużyć wody pomiędzy poszczególnymi budynkami będącymi obiektami badań. Różnice te wahają się w granicach 336% ÷ 875% między zużyciem minimalnym a maksy-

malnym. W całym okresie badawczym średnie dobowe zużycia wody przez poszczególnych użytkowników kształtowały się w zakresie od  $15,30 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  w sześciuosobowym budynku nr 24 w 2007 roku do  $166,67 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  w trzech osobowym budynku nr 7 w 2006 roku.

Średnie z wielolecia jednostkowe zużycia wody kształtowały się w zakresie od  $41,76 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  (w budynku nr 20 zamieszkałym przez 6 osób) do  $140,33 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  (w budynku nr 4 z trzema mieszkańcami). Średnie z wielolecia zużycie wody w budynkach zamieszkałych przez trzy osoby wahały się w zakresie  $77,93$  do  $140,33 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ , z czterema mieszkańcami od  $59,28$  do  $93,76 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ , w pięćosobowych od  $42,03$  do  $76,98 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ , sześciuosobowych od  $41,76$  do  $117,30 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ , w siedmioosobowych  $72,64 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ , a z 8 mieszkańcami od  $568,34$  do  $72,64 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ .

Średnie z wielolecia zużycie wody w domach zamieszkiwanych przez trzy osoby było najwyższe i wynosiło  $91,63 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  najniższe natomiast wynoszące  $60,25 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  związane było z domami zamieszkałymi przez 8 osób (rys. 2). Im mniej osób zamieszkiwało w domach tym zużycie wody było wyższe. Spadek wartości jednostkowego zużycia wody wraz ze wzrostem liczby mieszkańców wynika głównie z faktu, iż wiele codziennych czynności takich jak pranie, gotowanie czy sprzątanie wykonywanych jest wspólnie. Analizując spadek zużycia wody w poszczególnych latach wielolecia można zauważyć, że jest tym większy, im mniej osób zamieszkuje budynek. Tylko w gospodarstwach zamieszkiwanych przez 5 osób nie odnotowano spadku zużycia wody tylko wzrost w poszczególnych latach wielolecia 2001–2007 wraz z upływającym okresem eksploatacji wodociągu, a jedynie nieznaczne jego wahania od  $59,54$  do  $66,35 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ . W przypadku innych składów osobowych budynków wraz z postępującym czasem eksploatacji zużycie wody malało, najbardziej w budynkach trzech osobowych.

Oprócz zmian zużycia w poszczególnych latach wielolecia zmienia się ono w różnych porach roku (rys. 4). Maksymalne jednostkowe średnie dobowe zużycie wody wynoszące  $139,7 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  odnotowano latem w budynku numer 4, natomiast najniższe zużycie minimalne wynoszące  $33,5 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$  wystąpiło jesienią w budynku numer 24.

Przeprowadzona analiza wielkości zużycia wykazała, że najwyższe średnie wieloletnie jednostkowe zużycie wody w gospodarstwach domowych występowało w miesiącach letnich ( $81,0 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ ) a nieco mniejsze w okresie zimowym ( $77,3 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ ). Najniższe średnie wieloletnie zużycie odnotowano jesienią ( $73,2 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ ), nieco większe wiosną ( $74,6 \text{ dm}^3 \text{ d}^{-1} \text{ M}^{-1}$ ). Największy wzrost zużycia wody w okresie suszy (2003 rok) odnotowano w gospodarstwach 3-osobowych, natomiast w budynkach o liczbie mieszkańców powyżej 5 wzrost ten był nieznaczny.

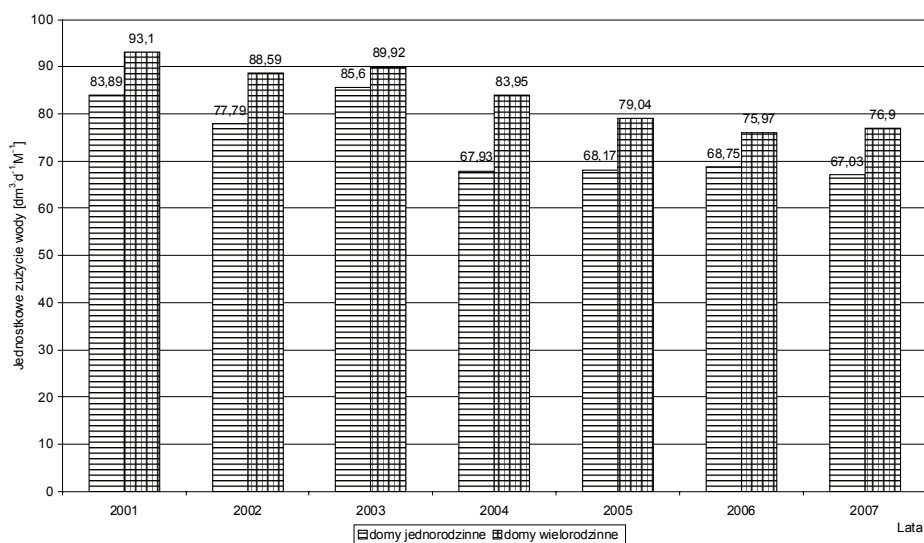
Badane w opracowaniu rzeczywiste średnie dobowe zużycia wody z wielolecia 2001–2007 w 5 spośród 27 analizowanych budynkach jednorodzinnych

przekraczają zużycie normowe. Najwyższe przekroczenie wynoszące  $40 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  wystąpiło w budynku numer 4. Wszystkie te budynki w których wystąpiło przekroczenie zużycia normowego, z wyjątkiem budynku numer 23, są zamieszkiwane przez 3 osoby. Średnie z wielolecia jednostkowe zużycie w budynkach jednorodzinnych, wynoszące  $78,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było o 21,2% niższe od zużycia normowego, natomiast w gospodarstwach o liczbie mieszkańców do 3 osób było wyższe o 5,7% od normowego wynoszącego  $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . Należy jednak zauważyć, że w wieloleciu 2001–2007 w wyniku ciągłego spadku zużycia wody, po roku 2003 przekroczenie to występuje sporadycznie.

W badanym siedmioletniu łączne zużycie w 8 analizowanych budynkach wielorodzinnych (626 osób) wyniosło  $129722,00 \text{ m}^3$  co w przeliczeniu na pojedynczy budynek daje wartość  $16215,25 \text{ m}^3$ . Średnie dobowe zużycie wody na budynek wynosiło  $6512,15 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , natomiast średnie dobowe zużycie wody przez mieszkańca kształtowało się na poziomie  $83,80 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . W omawianych budynkach wielorodzinnych (blokach) zamieszkiwało od 38 do 146 osób. Najwyższe zużycia wody wynoszące  $104,10$  i  $102,85 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  odnotowano odpowiednio w budynkach zamieszkałych przez 38 (najniższej) i 97 osób (średniej), najniższe natomiast  $63,36$  i  $64,05 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach zamieszkałych odpowiednio przez 44 i 146 osób. Maksymalne jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w wieloleciu wynoszące  $203,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (budynek nr 6) jest 50-krotnie wyższe od zużycia minimalnego  $4,08 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (grudzień 2003, budynek nr 4), które w tak niskiej wartości wystąpiło w badanym wieloleciu tylko raz. Średnie dobowe zużycie wody na mieszkańca w 2001 roku wyniosło  $93,10 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  i z wyjątkiem roku 2003 spadało rocznie o wartość około  $4,5 \div 3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , aż do wartości  $75,97 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w 2006 roku (rys. 1). Jednostkowe zużycie wody w ostatnim analizowanym roku wzrosło o  $0,93 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w stosunku do roku 2005. Różnice między ekstremalnymi jednostkowymi średnimi dobowymi zużyciami wody w poszczególnych latach okresu badawczego w budynkach wielorodzinnych objętych analizą nie są aż tak znaczne jak w przypadku budynków jednorodzinnych. Różnice te wahają się w granicach 153% ÷ 212% między zużyciem minimalnym a maksymalnym. W całym okresie badawczym maksymalne jednostkowe średnie dobowe zużycie wody kształtowało się na poziomie  $92,47 \div 133,09 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , natomiast minimalne jednostkowe średnie dobowe zużycia wody wahały się w przedziale  $56,94 \div 65,91 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ . W przeciwieństwie do budynków jednorodzinnych, w budynkach wielorodzinnych nie odnotowano znaczących różnic w zużyciu wody między poszczególnymi porami roku (rys. 4). Zarówno maksymalne jak i minimalne jednostkowe średnie dobowe zużycie wody odnotowano wiosną. Zużycie maksymalne wynoszące  $108,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  wystąpiło w budynku numer 6, natomiast minimalne w budynku numer 3. Obydwa te budynki zamieszkiwane są przez 3 osoby. Średnie jednostkowe dobowe zużycia wody od najwyższego do najniższego w budynkach wielorodzinnych w poszczególnych porach roku przedstawiają się następująco:

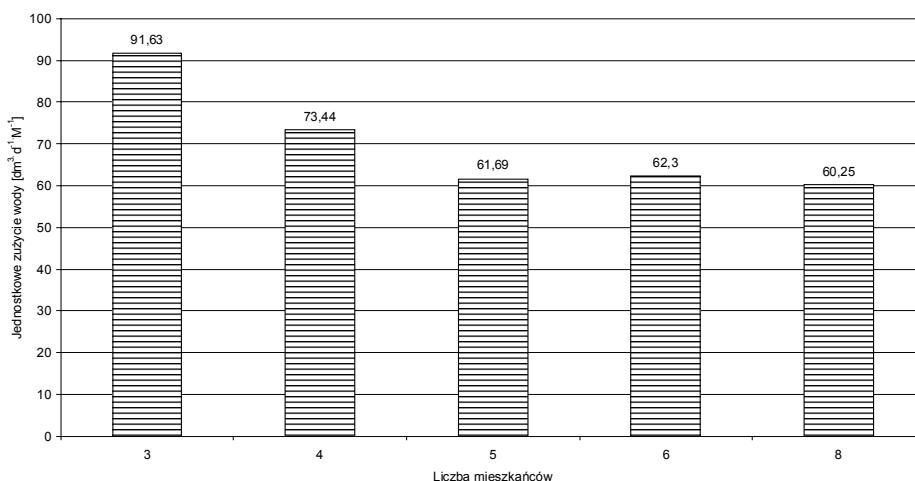
- jesień –  $84,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ,
- lato –  $84,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ,
- zima –  $84,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ,
- wiosna –  $82,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ .

Zestawione dane wskazują na wahania w zużyciu wody między poszczególnymi budynkami sięgające 40%. Nie stwierdza się jednak zależności pomiędzy liczbą osób zamieszkujących dany budynek a wielkością jednostkowego zużycia wody (rys. 3). Analizie poddano wyłącznie całe budynki wielorodzinne, bez podziału na poszczególne mieszkania, ponieważ przedstawione wyniki opierają się wyłącznie na odczytach wodomierzy uzyskanych z Zakładu Gospodarki Komunalnej, który to pobiera opłaty za wodę z całego budynku a nie z poszczególnych mieszkań. Porównanie rzeczywistego średniego dobowego zużycia wody w budynkach wielorodzinnych ze zużyciem według normy wskazuje, że rzeczywiste zużycie wody ani raz nie przekroczyło zużycia normowego, wręcz jest od niego zdecydowanie niższe. Rzeczywiste zużycie wody w budynkach wielorodzinnych wynoszące  $83,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  jest niższe od zużycia normowego aż o  $76,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  (47,6%).



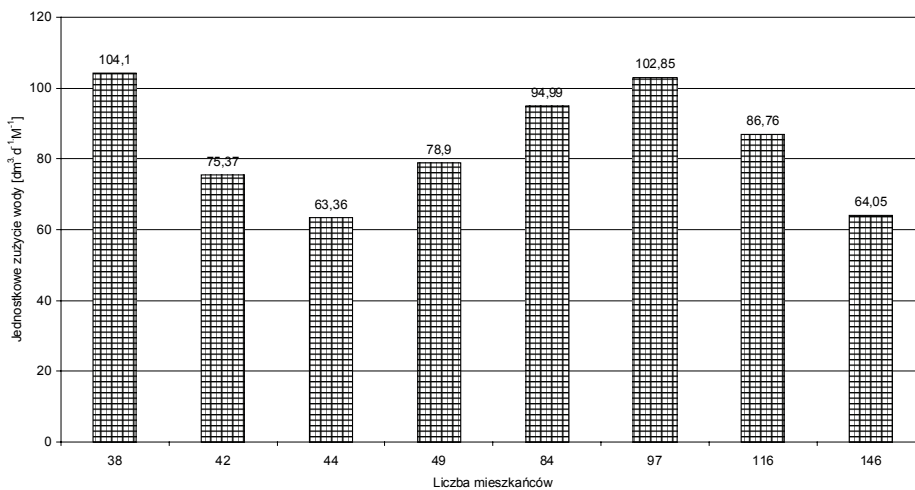
**Rysunek 1.** Wielkość jednostkowego zużycia wody w domach jedno i wielorodzinnych Mszany Dolnej

**Figure 1.** The size the unitary average daily water consumption within detached houses and block of flats in Mszana Dolna



**Rysunek 2.** Zmienność jednostkowego zużycia wody w budynkach jednorodzinnych Mszany Dolnej w zależności od liczby zamieszkałych osób

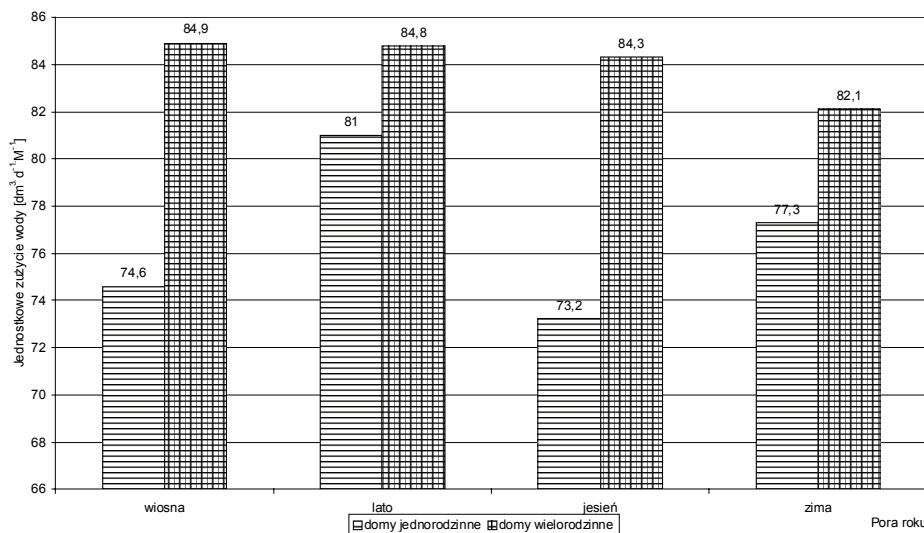
**Figure 2.** Variability of the unitary average daily water consumption within detached houses of Mszana Dolna depending on the number of inhabitants



**Rysunek 3.** Zmienność jednostkowego zużycia wody w budynkach wielorodzinnych Mszany Dolnej w zależności od liczby zamieszkałych osób

**Figure 3.** Variability of the unitary average daily water consumption within block of flats of Mszana Dolna depending on the number of inhabitants





**Rysunek 4.** Zmienność zużycia wody w Mszanie Dolnej zależności od pory roku  
**Figure 4.** Variability of the unitary average daily water consumption in Mszana Dolna depending on season of the year

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Średnie przeliczeniowe dobowe zużycie wody w Mszanie Dolnej kształtujące się na poziomie  $78,79 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach jednorodzinnych oraz jednostkowe  $83,80 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  w budynkach wielorodzinnych są zbliżone do zużycia wody występujących w kilku miejscowościach Polski południowej. Jednostkowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych w Mszanie Dolnej było niższe o 8,9% od zużycia w sąsiedniej miejscowości Mszana Górna, natomiast w porównaniu z miejscowością Stanisławice ( $76,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) oraz Kocmyrzów – Luborzyca ( $49,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) zużycie to było wyższe odpowiednio o 2,8% i 37,8% [Bergel, Kaczor 2007; Pawełek, Satora 2001; Satora, Milijanović 2007]. Przeliczeniowe średnie dobowe zużycie wody w Mszanie Dolnej w budynkach jednorodzinnych było niższe o 10,2% od analogicznego zużycia w miejscowości Jordanów ( $86,85 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ). Również zużycie wody w analizowanych budynkach wielorodzinnych było niższe o 1,6% od zużycia w podobnych obiektach w Jordanowie. Przeprowadzona analiza wielkości i zmienności zużycia wody w wybranych 34 obiektach korzystających z wodociągu dla miasta Mszana Dolna umożliwiła sformułowanie następujących wniosków:

1. Średnie jednostkowe dobowe zużycie wody przez mieszkańców budynków wielorodzinnych w badanym wieloleciu było wyższe o  $5,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  od zużycia w budynkach jednorodzinnych.

2. W badanych obiektach odnotowano malejące z roku na rok zużycie wody. Spadek zużycia wody w badanym okresie jest znaczny i sięga 25% w budynkach jednorodzinnych oraz 15,5% w budynkach wielorodzinnych. Wyjątek stanowi zużycie w roku 2003, które w domach jednorodzinnych było wyższe o 6,16%, a w budynkach wielorodzinnych o 4,15% w stosunku do roku poprzedniego. Wzrost ten prawdopodobnie spowodował fakt, iż rok 2003 był rokiem bardzo suchym.

3. Przeprowadzona analiza danych wskazuje, że liczba domowników ma duży wpływ na zmienność zużycia wody. Jednostkowe zużycie wody maleje wraz ze wzrostem liczby mieszkańców. Zużycie wody w budynkach jednorodzinnych zamieszkiwanych przez 8 osób, wynoszące  $59,93 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , było o 43,3% niższe od zużycia w budynkach 3 – osobowych, które kształtowało się na poziomie  $105,68 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ .

4. Stwierdza się brak zależności wielkości jednostkowego zużycia wody w budynkach wielorodzinnych od liczby mieszkańców. Powodem tego jest prawdopodobnie brak danych odnośnie liczby mieszkańców w poszczególnych mieszkaniach bloku, a tylko ogólna liczebność osób w całym budynku.

5. Przeprowadzona analiza wykazała, że największe jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych występowało w miesiącach letnich ( $81,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) a nieco mniejsze w okresie zimowym ( $77,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ). Najniższe jednostkowe średnie dobowe zużycie wody odnotowano jesienią ( $73,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ), a nieco większe wiosną ( $74,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ).

6. Różnice w zużyciu wody w poszczególnych porach roku w budynkach wielorodzinnych są mniejsze niż w budynkach jednorodzinnych. Największe jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych występowało jesienią ( $84,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ) oraz latem ( $84,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ). Najniższe jednostkowe średnie dobowe zużycie wody odnotowano wiosną ( $82,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ), a nieco wyższe zimą ( $84,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ ).

7. Rzeczywiste, średnie jednostkowe zużycie wody w budynkach jednorodzinnych, wynoszące  $78,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było o 21,2% niższe od zużycia normowego. Mimo iż średnie zużycie wody w analizowanym wieloleciu w gospodarstwach o liczbie mieszkańców do 3 osób było wyższe o 5,7% od normowego równego  $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$ , to jednak w wyniku ciągłego spadku zużycia wody, po 2003 roku przekroczenie to występuje sporadycznie.

8. Rzeczywiste zużycie wody w budynkach wielorodzinnych wynoszące  $76,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}$  było zdecydowanie niższe (o 47,6%) od zużycia normowego.

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.
- Ciepielowski A. *Podstawy gospodarowania wodą*. Wyd. SGGW Warszawa 1999.
- 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.

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