



## **ZMIENNOŚĆ WSKAŹNIKÓW ZUŻYCIA WODY WODOCIĄGOWEJ W MAŁYM POWIATOWYM MIEŚCIE**

**Jan Pawełek, Olga Woyciechowska**

*Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollątaja w Krakowie*

### **VARIATION IN TAP WATER CONSUMPTION INDICATORS IN A SMALL POVIAT TOWN**

#### ***Streszczenie***

W pracy przedstawiono zmienność wskaźników zużycia wody do-  
ciągowej w 17 tysięcznym mieście powiatowym położonym we wschod-  
niej części województwa małopolskiego. Użytkowników podzielono na  
gospodarstwa domowe, zakłady przemysłowe, zakłady usługowe wraz  
z pozostałymi odbiorcami. Na podstawie analizy obejmującej wielolecie  
2000-2012, przy spadku całkowitego zużycia wody o 15,0 %, ustalono  
wskaźniki zużycia wody w odniesieniu do jednego podłączenia wodocią-  
gowego poszczególnych użytkowników wody. Ich średnie wartości wy-  
nosiły odpowiednio 0,744; 60,359 i 1.606 m<sup>3</sup>×d<sup>-1</sup>. W okresie badań wymie-  
nione wskaźniki uległy obniżeniu w przypadku gospodarstw domowych  
o 31,2 %, zakładów usługowych o 43,8 %, natomiast w przypadku zakładów  
przemysłowych podwyższeniu o 15,0%. Ustalono także przeliczeniowe  
zużycie wody na jednego mieszkańca w gospodarstwach domowych jako  
średnie 82,96 dm<sup>3</sup>×d<sup>-1</sup>. Wskaźnik ten uległ zmniejszeniu z 91,08 dm<sup>3</sup>×d<sup>-1</sup>  
w roku 2000 do wartości 79,57 dm<sup>3</sup>×d<sup>-1</sup> w roku 2012 (redukcja o 12,6 %).  
W strukturze zużycia wody dominującym użytkownikiem były gospo-  
darstwa domowe (52,0%) następnie przemysł (30,8%), a pozostałą część  
wody (17,2 %) pobierały zakłady usługowe wraz z innymi użytkownikami.

**Słowa kluczowe:** wodociąg, zużycie wody, wskaźniki zużycia, podłącze-  
nie wodociągowe, jeden mieszkaniec.

### Summary

*The paper presents the variability in tap water consumption in a 17-thousand poviata town located in the eastern part of the Lesser Poland voivodeship. The recipients were divided into households, industrial plants, service facilities along with other recipients. Based on the analysis conducted in a multi-year period of 2000-2012, with a decrease in the total water consumption by 15.0%, the water consumption indicators were determined in relation to one connection to the water supply network of individual water consumers. Their mean values were 0.744; 60,359 and 1.606 m<sup>3</sup> × d<sup>-1</sup>, respectively. During the study period the mentioned indicators decreased – by 31.2% in the case of households, by 43.8% for service facilities, while in the case of industrial plants they increased by 15.0%. The conversion water consumption per capita in households was also determined as an average of 82.96 dm<sup>3</sup> × d<sup>-1</sup>. This ratio decreased from 91.08 dm<sup>3</sup> × d<sup>-1</sup> in 2000 to 79.57 dm<sup>3</sup> × d<sup>-1</sup> in 2012 (reduction by 12.6%). In the structure of water consumption, households were the predominant users (52.0%) followed by industry (30.8%) while the remaining amount of water (17.2 %) was consumed by service facilities along with other recipients.*

**Key words:** water supply network, water consumption, consumption indicators, connection to the water supply network, capita.

### WPROWADZENIE

Zużycie wody wodociągowej jest tematem, który od czasu zwrócenia uwagi na ochronę środowiska naturalnego jest obecny w debatach i dyskusjach nie tylko naukowców, ale także jednostek organizacji państwa oraz przedsiębiorstw zajmujących się dystrybucją wody. Rozsądna gospodarka wodno-ściekowa kraju jest jednym z głównych założeń zrównoważonego rozwoju, dlatego ważne jest, aby zużycie wody było kontrolowane i poddawane systematycznej analizie, co pozwoli m.in. na racjonalną rozbudowę istniejących sieci wodociągowych oraz tworzenie nowej infrastruktury. Zużycie wody związane jest z zapotrzebowaniem na wodę na cele bytowo-gospodarcze mieszkańców, cele usługowe, przemysłowe, a także cele dodatkowe takie jak: podlewanie zieleńców, mycie samochodów, czy rozcieńczanie środków ochrony roślin (Pawełek, Kaczor 2008; Bergel, Kaczor 2007a).

Wskaźniki jednostkowego zużycia wody na cele bytowo-gospodarcze zawarte w Rozporządzeniu (Rozporządzenie ... 2002) określają zużycie wody na poziomie od 80 do 100 dm<sup>3</sup> · M<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup> w mieszkaniach w pełni wyposażonych w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjnej i w domach jednorodzinnych, nato-

miast w budynkach wielorodzinnych  $140 - 160 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Wiele badań, prowadzonych zarówno w pojedynczych gospodarstwach, jak i w całych systemach wodociągowych w Polsce potwierdza, że wytyczne znacznie przekraczają rzeczywiste zużycie, a także zwraca uwagę na tendencję stopniowego zmniejszania się poborów wody (Hiedrich, Jędrzejkiewicz 2007; Hotłoś 2010). Zmiany w zużyciu wody, zarówno na terenach miejskich, jak i wiejskich wpływają na potrzebę prowadzenia badań w tym zakresie.

## PRZEGLĄD LITERATURY

Wielu autorów w ostatnich latach podjęło próbę określenia jednostkowego zużycia wody zarówno przez mieszkańców miast, jak i obszarów wiejskich. Obserwacje prowadzone przez Osuch-Pajdzińską i Romana (2008) wykazały, że zużycie wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca w miastach do 20 000 mieszkańców nie zależy od ich wielkości. Otrzymane wartości wahają się w przedziale od 91 do  $116 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Badania prowadzone w roku 1995 w 10 miastach od 10 000 do 20 000 mieszkańców wykazały zużycie  $224,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , a w latach 2000 – 2005  $166,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Natomiast badania prowadzone w 2 miastach do 20 000 mieszkańców w latach 2000 – 2008 (Hotłoś 2010) potwierdziły, że dobowy pobór wody nie przekracza  $160 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1}$  w mieście Trzebnica oraz  $140 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1}$  w mieście Wołów. Ponadto badania Bergela (Bergel 2013) prowadzone w 426 małych wodociągach grupowych wykazały, że średnia ważona dobowych zużyć wody w systemach do 20 000 mieszkańców wynosi  $81,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Z kolei badania prowadzone w roku 2004 w prywatnym mieszkaniu w bloku mieszkalnym w Krakowie (Bugajski, Kaczor 2005) wykazały, że najczęściej występujące dobowe zużycia wody wynoszą  $67,0 - 135,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Natomiast Pawełek i Kaczor (2006) w 8-letnich badaniach w wybranym gospodarstwie na terenie osiedla domów jednorodzinnych w Krakowie dowiedli, że średnie jednostkowe dobowe zużycie wody mieściło się w przedziale od  $135,5$  do  $177,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w zależności od roku. Co więcej, 4-letnie badania prowadzone w 30 domach jednorodzinnych w mieście Olkusz (Bugajski, Satora 2009) wykazały średnie dobowe zużycie wody na poziomie  $76,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Bugajski (Bugajski 2009) w latach 2004 – 2008 przestudiował również zużycia wody w 4 budynkach wielorodzinnych w Krakowie, gdzie średnie zużycie wody oscylowało między  $54,7 - 72,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  dla poszczególnych budynków. Poza tym 6-letnie badania prowadzone w 15 budynkach wielorodzinnych w Toruniu (Pasela, Gorączko 2013) określiły średnią wartość zużycia wody na poziomie  $98,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Dodatkowo 3-letnie badania prowadzone w Olkuszu w 30 mieszkaniach w budynkach wielorodzinnych (Bugajski, Satora 2009) wykazały średnie dobowe zużycie wody na poziomie  $87,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Podsumowując przytoczone wartości można zauważyć, że w Polsce średnie zużycie wody w latach 1995 – 2011 wahały się od  $54,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  do  $224,00 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Wielkość zużycia zależy od charakterystyki miejscowości oraz indywidualnych przyzwyczajęń odbiorców.

Celem pracy jest ocena zmian wysokości wskaźników zużycia wody wodociągowej w okresie wieloletnim (2000-2012), w średniej wielkości wybranym mieście powiatowym, położonym w województwie małopolskim.

## **CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ**

Miasto Brzesko będące przedmiotem badań znajduje się we wschodniej części województwa małopolskiego. Jest miastem powiatowym i równocześnie siedzibą urzędu gminnego wiejsko–miejskiej gminy. Przez miasto przebiega w kierunku równoleżnikowym droga krajowa nr 4, a na północ od miasta autostrada A4. Liczba mieszkańców w 2000 roku wynosiła 17833 osób i uległa zmniejszeniu w okresie 13 lat, tzn. w roku 2012 do 17188 mieszkańców, co stanowiło  $1416 \text{ M} \cdot \text{km}^{-2}$  (Rocznik ... 2013). Brzesko jest najbardziej znane z Browaru Okocim oraz kompleksu pałacowo-parkowego Goetzów.

System wodociągowy na terenie miasta był budowany począwszy od 1964 roku. Wtedy został wykonany pierwszy fragment sieci wodociągowej o długości 1779 m. W 1973 r. Brzesko uzyskało wodę z Dunajca ujmowaną w Łukanowicach. Od tego momentu wodociąg był rozbudowywany. W 2012 roku 100 % mieszkańców miasta korzystało z systemu wodociągowego (Rocznik ... 2013). Wydajność ujęcia wynosi  $11\,200 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . Uzdatniona woda przesyłana jest do miasta i gminy Brzesko za pomocą 2 magistral o średnicy 400 mm i długości około 24 km. Z siecią wodociągową współpracują 4 zbiorniki o łącznej objętości  $2200 \text{ m}^3$ . Sieć wodociągową, której przewody mają średnice od 90 do 400 mm wykonano głównie z PCV (64%), a także z PE, żeliwa, stali oraz azbestocementu. Całkowita długość sieci wodociągowej wynosi 65,1 km (Borowiec, 2013).

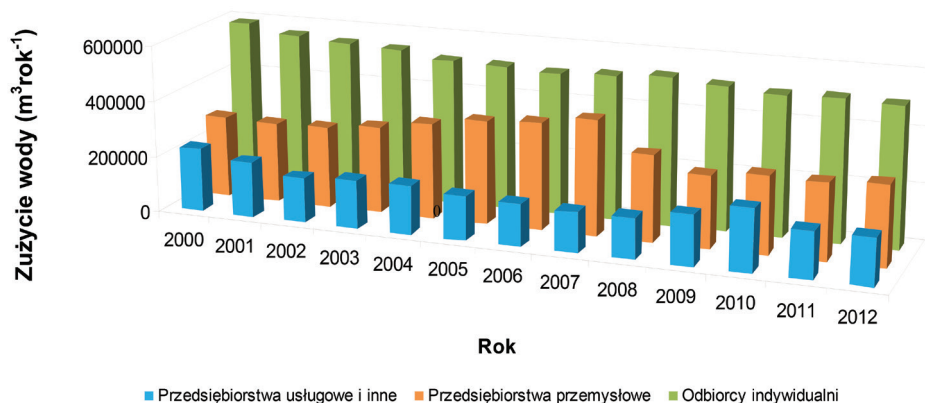
## **METODYKA BADAŃ**

Źródłem materiałów do przeprowadzonej analizy były dane udostępnione przez Rejonowe Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Brzesku (Materiały, 2013) i Urząd Miejski. Dane do przeprowadzenia analizy zmian w zużyciu wody w mieście obejmują: liczbę i rodzaj odbiorców wody oraz roczną objętość wody zużytej przez poszczególnych odbiorców. Badania obejmują okres lat 2000-2012. Odbiorców wody podzielono na trzy grupy: odbiorcy indywidualni stanowiący gospodarstwa domowe, zakłady przemysłowe oraz zakłady usługowe wraz z pozostałymi odbiorcami.

Udostępnione materiały zawierają objętość wody sprzedanej, rozliczonej według wskazań wodomierzy, z pominięciem wody na potrzeby własne wodociągu oraz straty na sieci wodociągowej. Na podstawie uzyskanych danych ustalono zmiany w okresie 13 lat średniego zużycia wody w przeliczeniu na jedno podłączenie domowe, jednego mieszkańca, a także w przeliczeniu na jedno przedsiębiorstwo usługowe, jedno przedsiębiorstwo przemysłowe oraz udział poszczególnych grup odbiorców w całkowitym poborze wody.

## WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

W latach 2000 – 2012 w Brzesku odnotowano spadek zużycia wody o 15,0 %, ale w latach 2003 – 2005, 2007, 2010 oraz 2012 następował okresowy wzrost zużycia w porównaniu do roku poprzedzającego. Najmniejsze zużycie wody zanotowano w 2011 r., a największe w pierwszym roku badań (2000). Zużycie wody w okresie 13 lat badań przez poszczególne grupy odbiorców przedstawiono na rysunku 1. Analiza otrzymanych danych wykazała, że dominującym odbiorcą wody są gospodarstwa domowe, w których jej zużycie w okresie 13 lat stanowiło 52,0 % całkowitego poboru. W gospodarstwach domowych w okresie badań zmalało ono o 15,8 %, a zatem średnio o 1,21 % rocznie.



**Rysunek 1.** Zmiana w zużyciu wody wodociągowej w Brzesku w latach 2000-2012  
**Figure 1.** Change of tap water consumption in Brzesko in 2000-2012

Pobór wody przez przedsiębiorstwa przemysłowe wynosił 30,8%. Maksymalną objętość pobranej wody zanotowano w 2007 r., natomiast najmniejszą w 2009 r. Trend wzrostowy w poborze wody przez przedsiębiorstwa przemysłowe występował w pierwszych latach badań (rys. 1). Tendencja ta utrzymywała się do 2007 roku (wzrost o 17,0%). Następnie nastąpił spadek spowodowany

światowym kryzysem gospodarczym, który rozpoczął się w lipcu 2008 roku i zamknięciem kilku firm. Od roku 2010 zauważa się niewielki wzrost w zużyciu wody. Generalnie w wieloletniu 2000 – 2012 nastąpił spadek poboru wody przez przedsiębiorstwa przemysłowe o 1,4 %.

Udział zakładów usługowych i pozostałych odbiorców w całkowitym poborze wody wynosił 17,2 %. W ich przypadku maksymalne zużycie wystąpiło w 2000 r, a minimalne w roku 2007, (rys. 1). należy jednak dodać, że w tym okresie liczba odbiorców tej grupy wzrosła z 262 do 341, a zatem o 30,2 %.

**Tabela 1.** Zużycie wody w Brzesku w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na jedno podłączenie domowe i jednego mieszkańca w latach 2000-2012

**Table 1.** Water consumption in households of Brzesko per single connection and per capita for the period of 2000-2012

| Rok     | Liczba podłączeń | Liczba mieszkańców | Zużycie wody |                                 |                                 |                                  |                                 |
|---------|------------------|--------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|         |                  |                    | Całkowite    | Na jedno podłączenie domowe     |                                 | Na jednego mieszkańca            |                                 |
|         |                  |                    |              | m <sup>3</sup> ×a <sup>-1</sup> | m <sup>3</sup> ×a <sup>-1</sup> | dm <sup>3</sup> ×a <sup>-1</sup> | m <sup>3</sup> ×a <sup>-1</sup> |
| 2000    | 1759             | 17833              | 594475       | 337,96                          | 923,39                          | 33,34                            | 91,08                           |
| 2001    | 1762             | 17758              | 564808       | 320,55                          | 878,22                          | 31,81                            | 87,14                           |
| 2002    | 1797             | 17709              | 552417       | 307,41                          | 842,22                          | 31,19                            | 85,46                           |
| 2003    | 1832             | 17555              | 544622       | 297,28                          | 814,47                          | 31,02                            | 85,00                           |
| 2004    | 1877             | 17478              | 519712       | 276,88                          | 756,51                          | 29,74                            | 81,24                           |
| 2005    | 1913             | 17432              | 515793       | 269,63                          | 738,70                          | 29,59                            | 81,07                           |
| 2006    | 1951             | 17340              | 506381       | 259,55                          | 711,09                          | 29,20                            | 80,01                           |
| 2007    | 2039             | 17320              | 517146       | 253,63                          | 694,87                          | 29,86                            | 81,80                           |
| 2008    | 2081             | 17221              | 529723       | 254,55                          | 695,50                          | 30,76                            | 84,04                           |
| 2009    | 2103             | 17267              | 513961       | 244,39                          | 669,57                          | 29,77                            | 81,55                           |
| 2010    | 2118             | 17254              | 502030       | 237,03                          | 649,40                          | 29,10                            | 79,72                           |
| 2011    | 2146             | 17210              | 507620       | 236,54                          | 648,06                          | 29,50                            | 80,81                           |
| 2012    | 2153             | 17188              | 500583       | 232,50                          | 635,26                          | 29,12                            | 79,57                           |
| Min     | 1759             | 17188              | 500583       | 232,50                          | 635,26                          | 29,10                            | 79,57                           |
| Średnia | 1964             | 17428              | 528405       | 271,38                          | 742,87                          | 30,31                            | 82,96                           |
| Max     | 2153             | 17833              | 594475       | 337,96                          | 923,39                          | 33,34                            | 91,08                           |

Ważnym wskaźnikiem charakteryzującym odbiorców wody jest średnie zużycie wody w przeliczeniu na jedno podłączenie domowe, a także w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Wyniki obliczeń wartości tych wskaźników zamieszczono w tabeli 1. W okresie badań wystąpił spadek wysokości wskaźnika

zużycia wody w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na jedno podłączenie domowe z  $337,86 \text{ m}^3 \times \text{a}^{-1}$  w roku 2000 do  $232,50 \text{ m}^3 \times \text{a}^{-1}$  w roku 2012, przy średniej z wielolecia  $271,38 \text{ m}^3 \times \text{a}^{-1}$ . Zatem wskaźnik ten obniżył się o 14,3 %.

Obliczone średnie wysokości wskaźników zużycia wody w przeliczeniu na jedno podłączenie domowe w roku 2012 były niższe od ustalonych dla całego kraju (Knapik, Pawełek, 2013), o 96, %, natomiast w roku 2010 o 80,1 %. Różnicę można uzasadnić mniejszą średnią liczbą osób „przypisanych” do jednego podłączenia domowego w Brzesku, co wynika z większej względnej liczby domów jednorodzinnych w Brzesku w stosunku do budynków wielorodzinnych przy porównaniu do warunków ogólnopolskich. Na uwagę zasługuje niższe tempo obniżania się zużycia wody w Brzesku w porównaniu do danych ogólnopolskich.

**Tabela 2.** Zmienność wskaźników zużycia wody w mieście Brzesko w wieloleciu 2000 – 2012

**Table 2.** Variability in water consumption indicators in the town of Brzesko in the multi-year period of 2000 – 2012

| Parametr                               | Zużycie wody na jedno podłączenie domowe ( $\text{m}^3 \times \text{d}^{-1}$ ) |                     |                  | Jeden mieszkaniec w gospodarstwie domowym ( $\text{dm}^3 \times \text{d}^{-1}$ ) |
|--|--|---------------------|------------------|--|
|  | Gospodarstwa domowe  | Zakłady przemysłowe | Zakłady usługowe |  |
| Rok 2000                               | 0,926  | 57,128              | 2,379            | 91,08  |
| Rok 2012                               | 0,637  | 65,701              | 1,338            | 79,57  |
| Min.                                   | 0,637  | 49,998              | 1,286            | 75,57  |
| Średnia                                | 0,744  | 60,359              | 1,606            | 82,96  |
| Max                                    | 0,926  | 75,166              | 2,379            | 91,08  |
| Procentowa zmiana w latach 2000 – 2012 |  |                     |                  |  |
| Zmiana                                 | -31,2  | 15,0                | -43,8            | -12,6  |

W celu określenia jednostkowych wskaźników zużycia wody, w przeliczeniu na jednego mieszkańca, objętość zużytej wody przez mieszkańców odniesiono do ich liczby, tab. 1. Analizując uzyskane rezultaty należy zwrócić uwagę na obserwowany spadek jednostkowego zużycia wody w latach 2000 – 2012. Trend spadkowy można tłumaczyć większą świadomością ekologiczną mieszkańców, wyposażeniem mieszkań w lepszą armaturę i racjonalizacją zużycia wody spowodowaną wysoką ceną wody. W ciągu 12 lat najwyższe zużycie wody na jednego mieszkańca wystąpiło w roku 2000 –  $91,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , a najmniejsze równe  $79,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  odnotowano w 2012 roku.

Zużycie wody odniesione do jednego odbiorcy w sektorze przemysłowym w wieloleciu 2000 – 2012 wzrosło o 15,0%. Do 2007 r. zużycie wody stopniowo



wzrastało, aby maksymalnie osiągnąć  $75,2 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Minimalny pobór wody na poziomie  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  odnotowano w roku 2009, od którego występuje tendencja wzrostowa. Średni dobowy pobór wody przez jeden zakład przemysłowy w wieloleciu wynosił  $60,4 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Analizując wyniki dotyczące średniego zużycia wody przez jeden zakład usługowy stwierdzono, że w okresie 12 lat zmalało ono z  $2,38$  do  $1,34 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , a zatem o  $77,8 \%$ . Wartość średnia wynosiła  $1,61 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . Zbiorcze zestawienie obliczonych wskaźników zużycia wody przedstawiono w tabeli 2.

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Porównując średnie jednostkowe zużycie wody przez odbiorców indywidualnych wynoszące  $82,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  ze średnim zużyciem wody podawanym w literaturze ( $54,1 - 224,00 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) stwierdzono, że zużycie to jest porównywalne z niższymi średnimi zużyciami w polskich miejscowościach. Otrzymana wartość odniesiona do badań Bergela (2013), gdzie średnie zużycie wody jest na poziomie  $81,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , jest ona prawie taka sama, różniąc się tylko o  $2\%$ .

Z kolei porównując średnią wartość jednostkowego zużycia wody w mieście Brzesku –  $82,96 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  z badaniami prowadzonymi w miastach do  $20\ 000$  mieszkańców przez Osuch-Pajdzińską i Romana (2008), z których uzyskali wyniki w przedziale  $91 - 116 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , należy stwierdzić, że wartość w analizowanym mieście jest zbliżona do niższych wartości. Z dodatkowego porównania z wynikami badań Hiedricha i Jędrzejkiewicza (2007), gdzie zużycie wody wynosiło  $166 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , wynika że w Brzesku zużycie wody jest dwukrotnie mniejsze. Otrzymany wynik odniesiono również do badań Hotłosa (2010), gdzie zużycie wody nie przekraczało  $160 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w jednej miejscowości i  $140 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w drugiej. W tym przypadku uzyskany wynik stanowi  $68,8$  i  $92,9 \%$  podanych wartości.

Odnosząc uzyskany wynik z miasta Brzeska do badań prowadzonych w Krakowie przez Bugajskiego, Kaczora i Pawełka (2005, 2006, 2008) w budynkach jedno i wielorodzinnych, gdzie wartości wahały się w przedziale  $54,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (w budynku wielorodzinnym) do  $177,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  (w domu jednorodzinnym) stwierdzono, że uzyskana wartość przekracza wartość minimalną o  $28,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  i stanowi  $46,7\%$  wartości maksymalnej. Wyniki otrzymane w badaniach prowadzonych w Olkuszu przez Bugajskiego i Satorę (2009) w 30 mieszkaniach w budynkach wielorodzinnych ( $87,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) i 30 domach jednorodzinnych ( $76 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) nie odbiegają znacząco od wyników otrzymanych w niniejszym opracowaniu. Niemniej jednak są mniejsze od rezultatów w mieście Toruniu pozyskanych przez Pasela i Gorączko (2013) na poziomie  $98 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .



## WNIOSKI

Przeprowadzona analiza zużycia wody wodociągowej w latach 2000-2012 w mieście o liczbie mieszkańców nieco ponad 17 tys. pozwala na postawienie następujących wniosków:

1. Zużycie wody w mieście związane jest głównie z poborem wody przez gospodarstwa domowe, których średni udział w poborze wody wynosił 52,0 %. Drugim odbiorcą wody jest przemysł 30,8 %. Pozostałe 17,2 % to zużycie przez zakłady usługowe i pozostałych odbiorców. W okresie badań odnotowano spadek całkowitego zużycia wody o 15,0 %.
2. Średnie wartości wskaźników zużycia wody w odniesieniu do jednego podłączenia wodociągowego wynosiły 0,744; 60,359 i 1,606  $\text{m}^3 \times \text{d}^{-1}$  odpowiednio dla gospodarstw domowych, zakładów przemysłowych i zakładów usługowych. W okresie badań wymienione wskaźniki uległy obniżeniu w przypadku gospodarstw domowych o 31,2 % i zakładów usługowych o 43,8 %, natomiast w przypadku zakładów przemysłowych podwyższeniu o 15,0%.
3. Średnie jednostkowe zużycie wody w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na jednego mieszkańca zmniejszyło się w okresie badań z 91,08 do 79,57  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , a zatem o 12,6 %, przy średniej wartości 82,96  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Jest ono bliskie dolnej granicy wskaźnika podawanego w przedziale od 80 do 100  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  przez Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 2002 roku.
4. Przeprowadzone badania potwierdziły utrzymujący się nadal trend zmniejszania się zużycia wody także w małych miastach polskich. Zmniejszanie zużycia wody wodociągowej niesie określone konsekwencje, prowadząc między innymi do problemów z utrzymaniem właściwej jakości wody w systemach wodociągowych, szczególnie w podsystemach dystrybucji, powodując m.in. konieczność okresowego płukania przewodów wodociągowych.

## LITERATURA

- Bergel T. 2013. Zużycie wody w wiejskich i miejsko-wiejskich wodociągach w Polsce. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2/2013. Wydawnictwo Sigma NOT, Warszawa, s. 99–101.
- Bergel T., Kaczor G. 2007a. Wielkość i nierównomierność poboru wody przez pojedyncze gospodarstwa wiejskie. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 1/2007, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s.125–136.

- Borowiec S. 2013. Analiza zużycia wody wodociągowej w gminie Brzesko. Praca magisterska. UR Kraków, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji.
- Bugajski P. 2009. Średnie zużycie zimnej i ciepłej wody w budynkach wielorodzinnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 9/2009*. Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s.105–113.
- Bugajski P., Kaczor G. 2005. Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2/2005*. Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 17–26.
- Bugajski P., Satora S. 2009. Zmienność jednostkowego zużycia wody przez mieszkańców Olkusza. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5/2009*. Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 51–60.
- Hiedrich Z., Jędrzejkiewicz J. 2007. Analiza zużycia wody w miastach polskich w latach 1995 – 2005. *Ochrona Środowiska 2007*, vol. 29, nr 4, s. 29–34.
- Hotłoś H. 2010. Badania zmian poboru wody w wybranych miastach Polski w latach 1990 – 2008. *Ochrona Środowiska 2010*, vol. 32, nr 3, str. 39–42.
- Knapik K., Pawełek J. 2013. Gospodarowanie wodami w jednostkach osadniczych na tle stanu gospodarki wodnej w kraju. Rozdział w monografii *Praktyczne działanie przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w warunkach rosnących wymagań ekologicznych, ekonomicznych i społecznych*. AQUA, Bielsko-Biała, s. 53–70.
- Materiały dotyczące liczby budynków wyposażonych w wodomierze oraz objętości wody sprzedanej. Rejonowe Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji. Brzesko, 2000 – 2012.
- Osuch-Pajdzińska E., Roman M. 2008. Sieci i obiekty wodociągowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Pasela R., Gorączko M. 2013. Analiza wybranych czynników kształtujących zużycie wody w budynkach wielorodzinnych. *Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska tom 15*, s. 1658–1672.
- Pawełek J., Kaczor G. 2006. Jednostkowe zużycie wody w gospodarstwie domowym w 8-letnim okresie obserwacji. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2/1/2006*. Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 159–170.
- Pawełek J., Kaczor G. 2008. Charakterystyka zużycia wody w domu jednorodzinnym w dziesięcioletnim okresie badań. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna 9/2008*. Wydawnictwo Sigma NOT, Warszawa, s. 22–24.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. 2001 – 2013 GUS. Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. 2002 Nr 8 poz. 70).

Prof. dr hab. inż. Jan Pawełek  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej  
Mgr inż. Olga Woyciechowska  
Studium Doktoranckie,  
Uniwersytet Rolniczy  
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków  
Tel. +48 606 825 283, email: rmpawele@cyf-kr.edu.pl

Wpłynęło: 30.03.2015

Akceptowano do druku: 15.10.2015