

Tomasz Bergel, Grzegorz Kaczor

WIELKOŚĆ I NIERÓWNOMIERNOŚĆ POBORU WODY PRZEZ POJEDYNCZE GOSPODARSTWA WIEJSKIE

QUANTITY AND IRREGULARITY OF WATER INTAKE BY INDIVIDUAL RURAL HOUSEHOLDS

Streszczenie

W pracy zaprezentowano wyniki bezpośrednich badań zużycia wody prowadzonych w ciągu jednego roku w dwóch gospodarstwach wiejskich, znajdujących się na terenie Włostowic i Stanisławic w województwie małopolskim. Pierwsze z analizowanych gospodarstw miało typowo rolniczy charakter, drugie zaś – charakter miejski.

Przeprowadzona analiza wielkości zużycia wody wykazała niższe zużycie wody w gospodarstwie rolniczym, w porównaniu do gospodarstwa o charakterze miejskim. Średnie zużycie wody na przeliczeniowego mieszkańca w tym gospodarstwie wyniosło $86,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, natomiast w gospodarstwie w Stanisławicach – $129,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

Stwierdzona nierównomierność poboru wody potwierdziła występowanie tzw. cyklu tygodniowego. Największe zużycie wody w obu gospodarstwach odnotowano w sobotę, a najniższe we wtorek. W przypadku gospodarstwa rolnego zaobserwowano w każdym miesiącu występowanie dwóch szczytów poboru wody: porannego i wieczornego. W gospodarstwie w Stanisławicach ich wyodrębnienie było niemożliwe. Analiza nierównomierności dobowego zużycia wody dla całego okresu badań wykazała, że wartości N_d dla obydwu analizowanych gospodarstw były bardzo zbliżone i wyniosły ok. 3,5. Z kolei obliczony współczynnik nierównomierności godzinowej w gospodarstwie we Włostowicach wyniósł 2,3 natomiast w Stanisławicach 8,9.

Duży wpływ na nierównomierność zużycia wody w gospodarstwach wiejskich miało występowanie tzw. celów dodatkowych. W przypadku analizowanych gospodarstw, do celów tych zaliczono: chów zwierząt gospodarskich, podlewanie zieleńców i upraw oraz mycie samochodów.

Słowa kluczowe: gospodarstwa wiejskie, zużycie wody

Summary

The paper presents results of direct investigations of water consumption conducted for the period of one year in two rural households in the villages of Włostowice and Stanisławice in the malopolskie province. The first analyzed household had a typically farmer character, whereas the second one was a typical urban household. Both household used exclusively tap water, discharged their domestic sewage into the combined sewer system and were characterized by similar standard furnishing in water supply and sewage disposal appliances.

The conducted analysis of water consumption rate revealed lower water consumption by a rural household in comparison with the other of urban character, despite the fact that the first consisted of a higher number of inhabitants and was running plant and animal production. Mean water consumption per convertible inhabitant over the whole period of investigations in this household was $86.1 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, whereas at Stanisławice household it amounted to $129.91 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

Irregularity of water intake confirmed so called weakly cycle. The largest water consumption by both households was registered on Saturday and the lowest on Tuesday. On all days of the week, except Tuesday, water consumption by the household in Stanisławice was the higher than by the Włostowice household.

Two peaks in water intake: morning and evening were registered for the Włostowice household in each month. In all months, except September and December the morning peak was characterized by a higher hourly water consumption than the evening one. In the household in Stanisławice it proved impossible to identify peaks for water intake.

Analysis of irregularity of daily water consumption for the whole period of research revealed that N_d values for both analyzed households were very similar, i.e. 3.56 and 3.49.

A most diversified hourly irregularity of water consumption was observed in both households during the investigated period. Hourly irregularity coefficient computed for the day with maximum water consumption was 2.3 for the household in Włostowice and 8.9 in Stanisławice.

So called additional purposes have a considerable influence on irregularity of water consumption in rural households. In the case of analyzed households additional purposes comprised: farm animal husbandry, lawn and crop watering and car washing.

Key words: rural households, water consumption

WPROWADZENIE

Znaczący wpływ przy określaniu wielkości zużycia wody ma nierównomierność jej poboru, wyrażona poprzez współczynniki maksymalnej nierównomierności dobowej i godzinowej. Dokładne określenie wielkości tego zużycia ma bowiem decydujący wpływ na poprawne i ekonomicznie uzasadnione zaprojektowanie systemu wodociągowego, a w dalszej konsekwencji jego prawidłowe działanie i właściwe rozliczanie usług wodociągowych.

Przepływ objętościowy wody w wodociągu podlega godzinowym i dobowym wahaniom. Zmienia się on również w ciągu miesięcy i pór roku, na co

wpływ mają warunki klimatyczne i lokalne [Pawełek, Kaczor 2005; Pawełek, Kaczor 2006; Bugajski, Kaczor 2005]. Warunki lokalne kształtowane są między innymi przez standard wyposażenia mieszkań użytkowników sieci w urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne. Jak podaje Błażejowski [2003], w pojedynczym domu jednorodzinnym pobór wody wykazuje dużą zmienność w poszczególnych godzinach doby. W przypadku Polski charakteryzuje się on trzema szczytami: porannym, południowym i wieczornym, podczas gdy w USA tylko dwoma: porannym i wieczornym.

Duży wpływ na nierównomierność poboru wody w gospodarstwach wiejskich ma struktura jej zużycia. Występują tu bowiem charakterystyczne dla terenów rolniczych zużycia wody związane z: chowem zwierząt, podlewaniem upraw, rozcieńczaniem środków ochrony roślin czy myciem pojazdów i maszyn rolniczych [Pawełek, Bergel 2002; Bergel 2005]. Również 8-letnie badania zużycia wody w domu jednorodzinnym na terenie Krakowa wykazały, że na nierównomierność poboru wody przez gospodarstwa miejskie duży wpływ może mieć sezonowe występowanie celów dodatkowych, związanych przede wszystkim z podlewaniem ogrodu [Pawełek, Kaczor 2006].

Celem artykułu jest porównanie wielkości i nierównomierności poboru wody przez dwa różniące się charakterem gospodarstwa wiejskie.

OPIS OBIEKTÓW I METODYKA BADAŃ

Bezpośrednie badania zużycia wody prowadzone były od 1 kwietnia 2005 r. do 31 marca 2006 r. w dwóch gospodarstwach wiejskich znajdujących się na terenie województwa małopolskiego. Pierwsze gospodarstwo zlokalizowane było w miejscowości Włostowice w powiecie proszowickim, drugie – w Stanisławicach w powiecie bocheńskim. Głównymi kryteriami wyboru gospodarstw były: korzystanie w gospodarstwie wyłącznie z wody wodociągowej, odprowadzenie ścieków do kanalizacji zbiorczej, podobny standard wyposażenia mieszkań w urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne (woda wodociągowa doprowadzona była do mieszkań wyposażonych w zlew kuchenny, splukiwany ustęp oraz urządzenia kąpielowe zaopatrywane w ciepłą wodę [Zarządzenie... 1966]).

W obiekcie we Włostowicach liczba mieszkańców zmieniała się w okresie tygodnia. Od poniedziałku do piątku przebywało tutaj 5 osób, a w sobotę i niedzielę – 6 osób. W gospodarstwie prowadzono zarówno hodowlę zwierząt, jak i produkcję rolniczą na potrzeby własne. W okresie prowadzonych badań mieszkańcy posiadali średnio 50 sztuk ptactwa, 11 sztuk trzody chlewnej, 1 krowę mleczną oraz 1 bukatą. Powierzchnia podlewanych upraw wynosiła 730 m², a całego arealu 5 ha. W gospodarstwie wykorzystywano 2 samochody osobowe, 1 traktor oraz kilka sztuk maszyn rolniczych.

Gospodarstwo w Stanisławicach składało się 4 osób. Powierzchnia całego gospodarstwa wynosiła 1,4 ha, z czego powierzchnia podlewana wynosiła

100 m². Inwentarz żywy stanowiło 20 sztuk ptactwa. Gospodarstwo dysponowało 1 samochodem osobowym, 1 traktorem oraz 3 maszynami rolniczymi [Dębowski 2006].

W celu określenia nierównomierności poboru wody, w analizowanych gospodarstwach zainstalowano specjalistyczne wodomierze skrzydełkowe firmy Metron wyposażone w nadajniki impulsów, które współpracowały z rejestratorami Mini – Log B. Takie opomiarowanie pozwoliło na rejestrację godzinowego i dobowego zużycia wody w gospodarstwie. Wskazania wodomierzy w postaci impulsów przekazywane były do rejestratorów. Te zapisywały je w pamięci, skąd były odczytywane raz na miesiąc za pomocą przenośnego komputera. Błąd względny pomiaru wynosił $\pm 2\%$.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Wielkość zużycia wody. W tabeli 1 zestawiono wielkości maksymalnego, minimalnego i średniego dobowego zużycia wody w analizowanych gospodarstwach w poszczególnych miesiącach. Pomimo faktu, że w gospodarstwie we Włostowicach w całym okresie badań była większa liczba mieszkańców i dodatkowo prowadzona była produkcja zwierzęca i roślinna, średnie dobowe zużycie wody w tym gospodarstwie okazało się niższe niż w gospodarstwie w Stanisławicach. Również w większości poszczególnych miesięcy zaobserwowano podobną tendencję.

Z uwagi na fakt, że gospodarstwa różniły się między sobą nie tylko liczbą mieszkańców, ale również charakterem rolniczym, wyrażającym się wielkością inwentarza, arealem oraz liczbą pojazdów i maszyn rolniczych, bardziej porównywalnym wskaźnikiem jest całkowite zużycie wody na tzw. przeliczeniowego mieszkańca (PM). Przy tym porównaniu jeszcze lepiej widać różnice w zużyciu wody między obydwoma badanymi gospodarstwami (tab. 2).

Odnosząc obliczoną w tabeli 2, wartość średniego dobowego zapotrzebowania wody w całym okresie badań do wielkości podanych w odpowiednich aktach prawnych, należy stwierdzić, że w przypadku gospodarstwa we Włostowicach jest ona bliższa wielkości dobowego zużycia wody na cele bytowe podanego w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [Rozporządzenie ... 2002], które wynosi od 80 do 100 dm³·M⁻¹·d⁻¹. Z kolei gospodarstwo w Stanisławicach charakteryzowało się średnim zużyciem wody na poziomie podawanym w Zarządzeniu Ministra Rolnictwa [Zarządzenie ... 1966], wynoszącym od 125 do 160 dm³·M⁻¹·d⁻¹. Należy jednak w tym miejscu podkreślić, że obliczone zużycie wody w analizowanych gospodarstwach obejmowało nie tylko potrzeby bytowe, ale również cele dodatkowe, a zatem nie może być odnoszone wprost do cytowanych aktów prawnych. Porównanie to wykonano w celu pokazania znacznych rozbieżności pomiędzy rzeczywistym a przewidywanym w wytycznych zużyciem wody.

Tabela 1. Całkowite dobowe zużycie wody w analizowanych gospodarstwach w okresie od 01.04.2005 do 31.03.2006 r.**Table 1.** Total daily water consumption by analyzed households during the period from 01.04.2005 to 31.03.2006

Rok	Miesiąc	Zużycie wody [$\text{dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$]					
		Włostowice			Stanisławice		
		max	śr	min	max	śr	min
2005	IV	1187,0	534,4	288,0	878,0	503,7	302,0
	V	1686,0	635,3	356,0	1218,0	706,8	317,0
	VI	665,0	473,1	298,0	1416,0	721,7	64,0
	VII	1248,0	623,1	316,0	1816,0	774,5	317,0
	VIII	1075,0	509,2	225,0	1028,0	540,1	158,0
	IX	1139,0	458,6	276,0	1095,0	565,3	183,0
	X	945,0	443,6	252,0	1194,0	456,6	197,0
	XI	630,0	400,7	276,0	714,0	429,4	170,0
2006	XII	628,0	419,6	241,0	839,0	457,1	243,0
	I	602,0	395,9	266,0	618,0	359,9	189,0
	II	592,0	399,0	221,0	801,0	363,3	96,0
	III	587,0	384,6	263,0	675,0	346,8	188,0
<i>Cały okres badań</i>		1686,0	473,8	221,0	1816,0	519,6	64,0

Tabela 2. Całkowite dobowe zużycie wody na przeliczeniowego mieszkańca w analizowanych gospodarstwach w okresie od 1.04.2005 do 31.03.2006 r.**Table 2.** Total daily water consumption per conversion inhabitant in the analyzed households during the period from 01.04.2005 to 31.03.2006

Rok	Miesiąc	Zużycie wody [$\text{dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$]					
		Włostowice			Stanisławice		
		max	śr	min	max	śr	min
2005	IV	215,8	97,2	52,4	219,5	125,9	75,5
	V	306,5	115,5	64,7	304,5	176,7	79,3
	VI	120,9	86,0	54,2	354,0	180,4	16,0
	VII	226,9	113,3	57,5	454,0	193,6	79,3
	VIII	195,5	92,6	40,9	257,0	135,0	39,5
	IX	207,1	83,4	50,2	273,8	141,3	45,8
	X	171,8	80,7	45,8	298,5	114,2	49,3
	XI	114,5	72,8	50,2	178,5	107,4	42,5
2006	XII	114,2	76,3	43,8	209,8	114,3	60,8
	I	109,5	72,0	48,4	154,5	90,0	47,3
	II	107,6	72,6	40,2	200,3	90,8	24,0
	III	106,7	69,9	47,8	168,8	86,7	47,0
<i>Cały okres badań</i>		306,5	86,1	40,2	454,0	129,9	16,0

Nierównomierność godzinowa i dobowa zużycia wody. Wielkościami charakteryzującymi wahania zużycia wody są współczynniki nierównomierności. Współczynnik nierównomierności dobowej (N_d) charakteryzuje zmienność poboru wody najczęściej w ciągu roku. Może też być obliczany dla krótszych

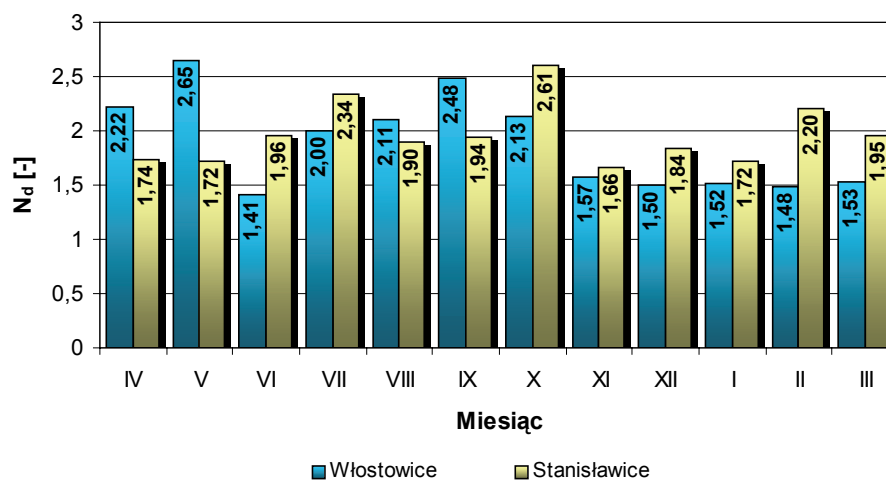
okresów, np. miesiąca lub tygodnia. Obliczany on jest jako stosunek maksymalnego dobowego do średniego dobowego zapotrzebowania na wodę:

$$N_d = \frac{Q_{d \max}}{Q_{d \text{śś}}} \quad (1)$$

Z kolei zróżnicowanie zużycia wody w poszczególnych godzinach w ciągu doby wyrażone jest współczynnikiem nierównomierności godzinowej. Najczęściej jest on obliczany w dobie największego zapotrzebowania na wodę w ciągu roku i wyraża się stosunkiem maksymalnego godzinowego do średniego godzinowego zapotrzebowania na wodę:

$$N_h = \frac{Q_{h \max}}{Q_{h \text{śś}}} \quad (2)$$

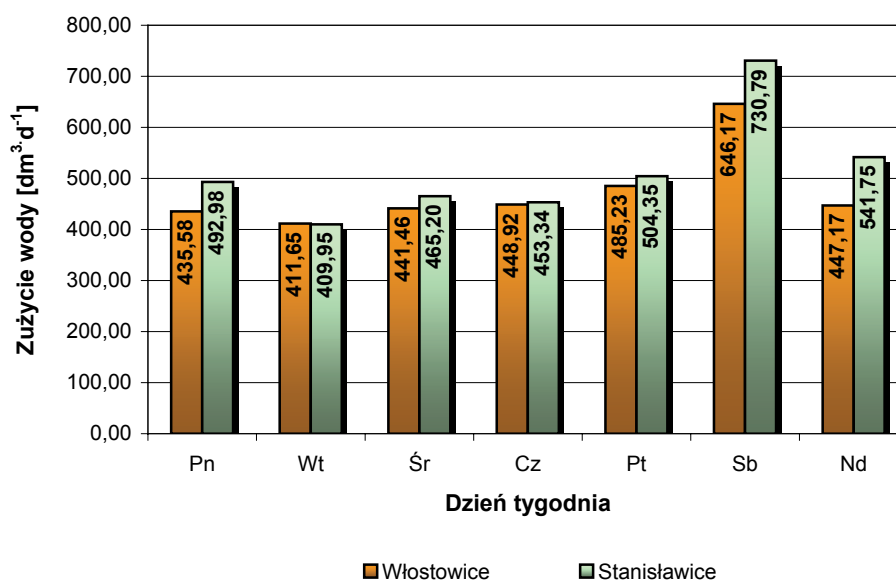
Wykorzystując wzór (1), obliczono współczynniki nierównomierności dobowej dla poszczególnych miesięcy okresu badawczego. Ich wartości przedstawiono na rysunku 1. Z kolei obliczone dla całego okresu badań współczynniki N_d , dla gospodarstwa we Włostowicach i Stanisławicach były bardzo zbliżone i wyniosły odpowiednio 3,56 i 3,49.



Rysunek 1. Współczynniki dobowej nierównomierności całkowitego zużycia wody w analizowanych gospodarstwach

Figure 1. Coefficients of daily irregularity of total water consumption by the analyzed households

Podjęta próba obliczenia zużycia wody dla uśrednionego tygodnia potwierdziła występowanie tzw. cyklu tygodniowego (rys. 2). Zmienność zużycia wody w poszczególnych dniach była bardzo podobna, chociaż na nieco innych poziomach. We wszystkich dniach tygodnia, z wyjątkiem wtorku, zużycie wody w gospodarstwie w Stanisławicach było wyższe niż w gospodarstwie we Włostowicach. Największe zużycie wody w obu gospodarstwach odnotowano w sobotę, a najniższe we wtorek.



Rysunek 2. Całkowite zużycie wody w gospodarstwie w poszczególnych dniach uśrednionego tygodnia

Figure 2. Total water consumption per household in individual days of averaged week

W dalszej części obserwacji, zgodnie ze wzorem (2) obliczono współczynnik nierównomierności godzinowej N_h , zarówno dla doby o maksymalnym dobowym zużyciu wody, jak i dla pozostałych dni w całym okresie obserwacji.

W gospodarstwie we Włostowicach maksymalne dobowe zużycie wody odnotowano 7 maja 2005 r. ($1686 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$), a obliczony dla tej doby współczynnik N_h wyniósł 2,3. Zdecydowanie inną wartość współczynnika obliczono dla drugiego gospodarstwa. W dniu 16 lipca 2005 r., przy zużyciu dobowym równym $1816 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, współczynnik $N_h = 8,9$.

Wartości współczynnika nierównomierności godzinowej zużycia wody w poszczególnych miesiącach przedstawiają się jak w tabeli 3. Dla każdego gospodarstwa i miesiąca podano najwyższą, najniższą oraz uśrednioną wartość N_h .

Tabela 3. Współczynniki godzinowej nierównomierności całkowitego zużycia wody w analizowanych gospodarstwach

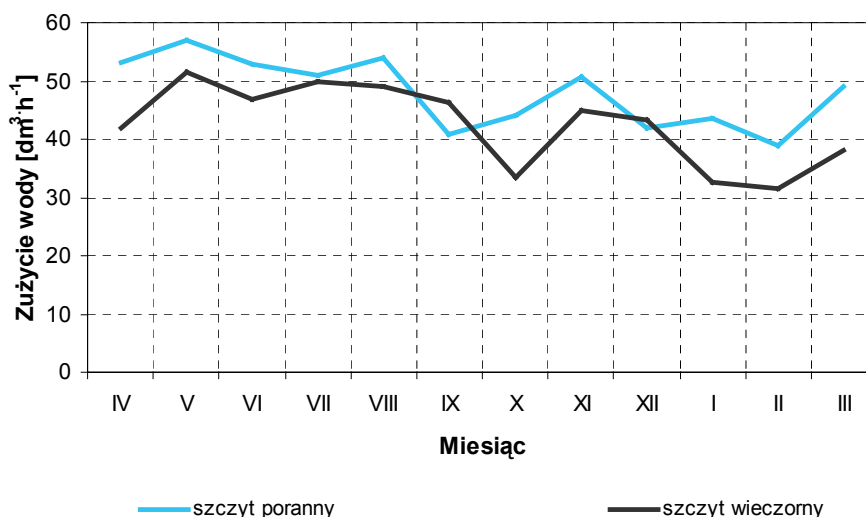
Table 3. Coefficients of hourly irregularity of total water consumption by the analyzed households

Rok	Miesiąc	Włostowice			Stanisławice			
		Wartość współczynnika N_h						
		najwyższa	najniższa	średnia	najwyższa	najniższa	średnia	
2005	IV	6,17	2,42	3,80	9,00	2,51	3,74	
	V	6,93	2,13	3,74	5,77	2,50	3,79	
	VI	6,28	3,04	4,17	18,38	2,56	4,93	
	VII	7,35	2,53	4,37	11,43	2,52	5,32	
	VIII	11,3	2,54	4,34	12,30	2,49	4,48	
	IX	5,76	2,28	4,24	12,31	2,79	5,09	
	X	5,91	3,17	4,28	10,75	2,76	5,05	
	XI	7,48	2,78	4,52	9,54	2,80	4,66	
	XII	7,62	2,74	4,15	6,57	2,62	4,15	
	2006	I	6,76	2,44	4,30	9,36	2,79	4,50
		II	5,71	2,88	4,14	13,25	2,73	5,08
		III	5,97	2,97	4,26	11,73	2,58	4,46

Rozważając nierównomierność zużycia wody w poszczególnych dniach tygodnia, podjęto próbę określenia godzin występowania szczytów poboru wody. W przypadku gospodarstwa we Włostowicach zaobserwowano w każdym miesiącu występowanie dwóch szczytów poboru wody: porannego i wieczornego. Wyniki obserwacji dla tego gospodarstwa przedstawiono na rysunku 3. We wszystkich miesiącach z wyjątkiem września i grudnia szczyt poranny odznaczał się większym godzinowym zużyciem wody niż szczyt wieczorny.

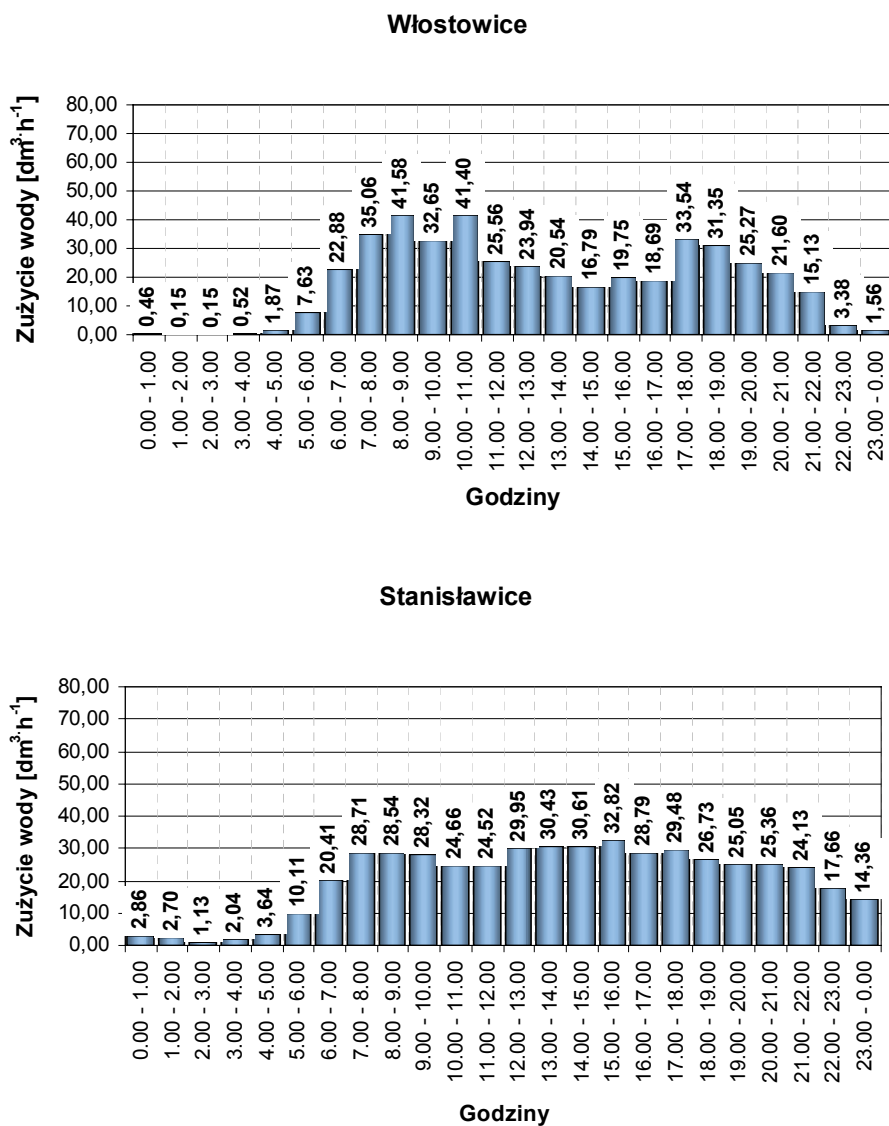
Zdecydowanie inna sytuacja miała miejsce w gospodarstwie w Stanisławicach. W tym przypadku nie zaobserwowano występowania godzinowych szczytów poboru wody. Wpływ na to miał charakter gospodarstwa i wynikająca z niego struktura zużycia wody. Jak dowiodły inne badania przeprowadzone w rozpatrywanych gospodarstwach [Bergel 2005], zużycie wody w gospodar-

stwie w Stanisławicach związane było przede wszystkim z zaspokojeniem potrzeb bytowych mieszkańców, na które zużywano aż 96% wody. Biorąc dodatkowo pod uwagę stały czas pracy domowników w ciągu dnia oraz ciągle przebywanie jednego z nich w domu należy stwierdzić, że były one powodami mało zróżnicowanego zużycia wody w poszczególnych godzinach doby. Jednak wykorzystywanie pozostałych 4% wody na cele dodatkowe, w tym przypadku na podlewanie zieleńców oraz mycie samochodu, sporadycznie powodowało bardzo dużą nierównomierność godzinową, co pokazuje tabela 3. Od czerwca do września maksymalna wartość współczynnika N_h wynosiła od 11,43 do 18,38. I właśnie wykorzystywanie wody na te cele spowodowało prawdopodobnie, że w dobie o maksymalnym zużyciu wody współczynnik N_h dla Stanisławic jest o wiele wyższy niż dla Włostowic.



Rysunek 3. Szczyty poboru wody w gospodarstwie we Włostowicach
Figure 3. Peaks in water intake by household in Włostowice

W gospodarstwie we Włostowicach na cele bytowe mieszkańców zużywało tylko 75%. Pozostałe 25% stanowiła woda zużywana przede wszystkim na potrzeby zwierząt i w mniejszym stopniu na podlewanie upraw. Zużycie wody na chów zwierząt występuje najczęściej rano i późnym popołudniem, powodując podwyższenie szczytów poboru wody. Dla porównania obu badanych gospodarstw na rysunku 4 przedstawiono uśrednione dla całego okresu badań zużycie wody w środę.



Rysunek 4. Godzinowe rozbiory wody w analizowanych gospodarstwach w uśrednionej środzie
Figure 4. Hourly water intakes by analyzed households in the averaged Wednesday

STWIERDZENIA I WNIOSKI

1. W trakcie badań stwierdzono niższe zużycie wody w gospodarstwie we Włostowicach, w porównaniu do gospodarstwa w Stanisławicach, pomimo że gospodarstwo we Włostowicach charakteryzowało się większą liczbą mieszkańców i prowadzoną produkcją roślinną i zwierzęcą.

2. Średnie zużycie wody na przeliczeniowego mieszkańca w całym okresie badań w gospodarstwie we Włostowicach wyniosło $86,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, natomiast w Stanisławicach $129,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{PM}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

3. Podjęta próba obliczenia zużycia wody dla uśrednionego tygodnia potwierdziła występowanie tzw. cyklu tygodniowego. Największe zużycie wody w obu gospodarstwach odnotowano w sobotę, a najniższe we wtorek. We wszystkich dniach tygodnia, z wyjątkiem wtorku, zużycie wody w gospodarstwie w Stanisławicach było wyższe niż w gospodarstwie we Włostowicach.

4. W przypadku gospodarstwa we Włostowicach zaobserwowano w każdym miesiącu występowanie dwóch szczytów poboru wody: porannego i wieczornego. We wszystkich miesiącach z wyjątkiem września i grudnia szczyt poranny odznaczał się większym godzinowym zużyciem wody niż szczyt wieczorny. W gospodarstwie w Stanisławicach wyodrębnienie szczytów poboru wody nie było możliwe.

5. Analiza nierównomierności dobowego zużycia wody dla całego okresu badań wykazała, że wartości N_d dla obydwu analizowanych gospodarstw były bardzo zbliżone i wyniosły 3,56 i 3,49. Z kolei obliczony dla poszczególnych miesięcy współczynnik N_d , charakteryzował się większymi rozbieżnościami, ale w żadnym przypadku nie przekroczył cytowanych powyżej wartości.

6. W trakcie badań stwierdzono bardzo zróżnicowaną godzinową nierównomierność zużycia wody w obydwu badanych gospodarstwach. Obliczony dla doby o maksymalnym zużyciu wody współczynnik nierównomierności godzinowej w gospodarstwie we Włostowicach wyniósł 2,3, natomiast w Stanisławicach 8,9.

7. Duży wpływ na nierównomierność zużycia wody w gospodarstwach wiejskich ma występowanie tzw. celów dodatkowych. W przypadku analizowanych gospodarstw, do celów tych zaliczono: chów zwierząt gospodarskich, podlewanie zieleńców i upraw oraz mycie samochodów.

BIBLIOGRAFIA

- Bergel T. *Objętość ścieków odprowadzanych z gospodarstw wiejskich do kanalizacji w zależności od struktury zużycia wody wodociągowej*. Rozprawa doktorska (maszynopis), AR w Krakowie, 2005.
- Błażejowski R. *Kanalizacja wsi*. PZITS, Poznań 2003.
- Bugajski P., Kaczor G. *Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2/2005, PAN Oddział w Krakowie, Kraków 2005, s. 17–26.
- Dębowski P. *Nierównomierność poboru wody i odpływu ścieków z gospodarstw wiejskich wybranych wsi województwa małopolskiego*. Maszynopis, AR Kraków, 2006.
- Pawełek J., Bergel T. *Wybrane ekologiczne aspekty struktury użycia wody w gospodarstwach wiejskich*. Inżynieria Rolnicza 3/2002, PAN, 2002, s. 253–265.
- Pawełek J., Kaczor G. *Analiza dobowego zużycia wody w wieloletniu w wybranym gospodarstwie*. Inżynieria Środowiska z. 26, Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, 420, Kraków 2005, s. 253–263.
- Pawełek J., Kaczor G. *Jednostkowe zużycie wody w gospodarstwie domowym w 8-letnim okresie obserwacji*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2/1/2006, PAN Oddział w Krakowie, Kraków 2006, s. 159–170.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 14.01.2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody* (Dz.U. z dn. 31.01.2002 r.).
- Zarządzenie nr 1 Ministra Rolnictwa z dn. 5.01.1966 r. w sprawie wytycznych do obliczeń zapotrzebowania na wodę w wiejskich jednostkach osadniczych* (Dz.Bud. nr 3 z 1967 r., poz. 13).

Dr inż. Tomasz Bergel, dr inż. Grzegorz Kaczor
Katedra Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji
Akademia Rolnicza w Krakowie
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
tel. (012) 632 57 88, 662 41 08
e-mail: tbergel@ar.krakow.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki