INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 2/1/2006, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 159–170
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Jan Pawełek, Grzegorz Kaczor

JEDNOSTKOWE ZUŻYCIE WODY W GOSPODARSTWIE DOMOWYM W 8-LETNIM OKRESIE OBSERWACJI

Streszczenie

W pracy poddano analizie ośmioletni (1997–2004) okres badań zużycia wody w wybranym gospodarstwie na terenie osiedla domów jednorodzinnych w Krakowie. Zużycie wody odniesiono do liczby mieszkańców korzystających z wody w badanym gospodarstwie, określając jej jednostkowe zużycie, a następnie nierównomierność dobową jej poboru. Gospodarstwo składało się z 4 stałych mieszkańców. Podstawą do analizy były odnotowane w dzienniku obserwacyjnym codzienne stany wodomierza domowego, przejściowe zmiany liczby mieszkańców oraz występowanie celów zużycia wody poza mieszkaniem, np. podlewanie ogrodu, mycie samochodu itp. Budynek ma pełne wyposażenie w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne, tzn. woda wodociągowa doprowadzona jest do mieszkania wyposażonego w zlew kuchenny, spłukiwane ustępy i dwie łazienki z urządzeniami kąpielowymi. W początkowym okresie badań, ścieki z budynku były kierowane do zbiornika bezodpływowego, a od listopada 1997 były odprowadzane zbiorowym systemem kanalizacyjnym. Uzyskane wyniki badań wykazały, że jednostkowe dobowe zużycie wody wahało się w latach 1997–2004 od 5,9 do 693,3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, natomiast średnie jednostkowe dobowe zużycie wody mieściło się w przedziale od 135,5 do 177,5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ w zależności od roku. Największa różnica między jednostkowymi średnimi dobowymi poborami wody w poszczególnych miesiącach wystąpiła w roku 2000, wynosząc aż 132,8 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, natomiast najmniejsza w roku 1997 (44,6 $dm^3 \cdot d^{-1}$). Maksymalne jednostkowe dobowe zużycie wody występowało najczęściej w okresie letnim, co stwierdzono w sześciu latach na osiem analizowanych. Pobór wody w poszczególnych latach odznaczał się współczynnikiem nierównomierności dobowej wynoszącym od 2,4 do 4,5, a zatem znacznie wyższym od podawanego przez odpowiednie

wytyczne (1,6). Wskaźniki jednostkowego zużycia wody oraz ich nierównomierność kształtowane są w znacznym stopniu przez częstość i rodzaj występowania celów dodatkowych, które głównie występują w lecie, stąd jednostkowe zużycie wody w porze letniej wynoszące 171,1 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ było znacznie wyższe od średniej w pozostałych porach roku (149,3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$).

Słowa kluczowe: gospodarstwo domowe, zużycie wody, jednostkowe zużycie wody, nierównomierność dobowa

WSTĘP

Pierwszoplanowym celem każdego wodociągu jest dostawa wody do spożycia. Na terenach wiejskich drugim celem, tak ze względu na ważność, jak i objętość zużywanej wody, jest jej dostawa dla chowu zwierząt gospodarskich. W okresie ostatnich kilkunastu lat obserwowane jest odstępowanie części mieszkańców wsi od typowej produkcji rolniczej i utrzymywanie się z pracy poza rolnictwem. Na terenach wiejskich, szczególnie w pobliżu większych aglomeracji miejskich, następuje rozwój budownictwa mieszkaniowego, dla potrzeb ludności niezwiązanej bezpośrednio z rolnictwem. Tendencja ta powoduje wzrost udziału w strukturze odbiorców wody tych, którzy nie prowadzą działalności rolniczo-produkcyjnej, a ich standard życia jest podobny lub zbliżony do mieszkańców miast. Można zatem stwierdzić, że w gospodarstwach tych, mimo że znajdują się na terenach wiejskich to struktura zużycia wody ma charakter miejski. Jednostkowa wysokość poboru wody może być podobna jak w mieście i uzależniona także od wielu czynników. Do najważniejszych z nich można zaliczyć: stan wyposażenia mieszkań w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne, nawyki higieniczne mieszkańców, wiek i liczbę domowników, cenę wody i ścieków oraz sposób odprowadzania ścieków [Pawełek, Bergel 1999].

Jednostkowe średnio dobowe zapotrzebowanie na wodę oraz współczynniki nierównomierności rozbioru wody podają wytyczne: dla mieszkańców wsi [Zarządzenie... 1966], a dla miast [Wytyczne... 1978]. Prowadzone badania zużycia wody w pojedynczych gospodarstwach, a także w całych systemach wodociągowych [Błażejewski i Waack 1996, Pawełek, Długosz 1998; Pawełek, Satora 2001; Borowa 2003; Bugajski, Kaczor 2005], dowodzą występowania znacznie mniejszych jednostkowych zużyć wody od tych podawanych przez wytyczne i utrzymującej się tendencji ich zmniejszania się. Wszystkie te uwa-

runkowania wpływają na potrzebę prowadzenia badań na terenach wiejskich, nie tylko w typowych gospodarstwach rolnych, ale także u pozostałych odbiorców. Powstaje bowiem pytanie jakie wskaźniki jednostkowego poboru wody u nich występują oraz na ile zwiększający się udział tego typu odbiorców wpływa na wysokość i specyfikę poboru wody z wiejskich systemów wodociągowych.

Czynnikami wpływającymi na wielkość i charakter poboru wody w gospodarstwie indywidualnym o charakterze miejskim jest rodzaj potrzeb, do których zaspokajania jest używana woda. Należy tu zaliczyć wodę wykorzystywaną do zaspokajania potrzeb bytowych, mycia samochodów, utrzymywania czystości w obejściu budynku, podlewania ogrodu. Według różnych pomiarów prowadzonych w Polsce i w krajach europejskich, ilość wody zużywanej na pokrycie potrzeb bytowych wynosi od 83 do 260 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ [Roman, Tabernacki 1995]. Z kolei jak dowodzą inne badania, szybki wzrost liczby samochodów powoduje, iż woda przeznaczona do ich mycia stanowi coraz większy procent całkowitej ilości wody zużywanej w gospodarstwie [Pawełek, Tylek 1989].

Celem badań było określenie wysokości jednostkowego zużycia wody na cele bytowe mieszkańców w wybranym gospodarstwie w okresie wieloletnim. W analizie wyników badań uwzględniono zmienność zużycia wody w poszczególnych latach i miesiącach tych lat ze wskazaniem czynników, które ją powodują. Przeprowadzone badania obejmują ośmioletni okres obserwacji od 1.01.1997 do 31.12.2004 roku.

MATERIAŁ I METODY

Wieloletnie badania poboru wody i czynników wpływających na jego wysokość prowadzono w gospodarstwie położonym na terenie osiedla domów jednorodzinnych w Krakowie. Cztery osoby zamieszkujące dom, w roku rozpoczęcia badań, były w wieku od 14 do 47 lat, przy średniej 31 lat. Budynek ma pełne wyposażenie w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne, tzn. woda wodociągowa doprowadzona jest do mieszkania wyposażonego w zlew kuchenny, spłukiwane ustępy i dwie łazienki z urządzeniami kąpielowymi. W domu występuje 10 punktów czerpalnych w tym 5 baterii z wodą ciepłą i zimną. Domownicy dysponują dwoma samochodami osobowymi. W początkowym okresie badań, ścieki z budynku były kierowane do zbiornika bezodpływowego, a od listopada 1997 były odprowadzane zbiorowym syste-

mem kanalizacyjnym. Woda w gospodarstwie zużywana jest wyłącznie na cele bytowe oraz do mycia samochodów i około 55 m^2 chodnika i podjazdu do garażu, a także do podlewania części ogrodu o powierzchni około 150 m^2 – głównie kwiatów i trawnika. Sytuacja materialna domowników jest dobra, a zatem nie występuje oszczędzanie wody ze względów ekonomicznych, mimo iż opłata za zużytą wodę i odprowadzane ścieki w ciągu analizowanych lat ulegała podwyższaniu i obecnie wynosi 4,54 zł za 1m^3 (z 7% VAT-em 4,86 zł).

W gospodarstwie prowadzono systematyczne badania zużycia wody, a codzienne odczyty stanu wodomierza wraz z aktualną liczbą mieszkań oraz występowaniem celów zużycia wody poza mieszkaniem (np. podlewanie ogrodu, mycie samochodu) zapisywano w dzienniku. W niniejszej pracy poddano analizie raporty obejmujące okres od 1 stycznia 1997 roku do 31 grudnia 2004 roku. Analizując stany wodomierza w nawiązaniu do liczby mieszkańców, obliczono jednostkowe dobowe zużycie wody, a następnie określono jego nierównomierność dobową. Zmienność dobową zużycia wody charakteryzowaną przez współczynnik nierównomierności Nd obliczano jako stosunek maksymalnego jednostkowego zużycia wody do zużycia średniego jednostkowego z okresu, dla którego wyliczano ten parametr. Obliczenia przeprowadzono dla poszczególnych lat oraz miesięcy w tych latach. W celu pełnej charakterystyki wskaźników jednostkowego poboru wody określono dodatkowo wartości maksymalne, minimalne, średnie i odchylenie standardowe w skali roku i miesięcy roku.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Jednostkowe zużycie wody. Dane obejmujące jednostkowe dobowe zużycia wody w latach 1997–2004 pozwoliły na określenie minimalnych, maksymalnych i średnich ich wartości. Wyniki obliczeń prezentujące podane parametry w wymienionych latach przedstawiono w tabeli 1 i 2. Wartości zamieszczone w tabelach wskazują na bardzo duże zróżnicowanie jednostkowego dobowego zużycia wody. Maksymalne jednostkowe zużycie wody wahało się od 358,8 (maj 2002) do 693,3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ (sierpień 1999), natomiast średnie jednostkowe zużycie w poszczególnych latach mieściło się w przedziale od 135,5 w roku 1997 do 177,5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ w roku 2000. Należy dodać, że najmniejsza wartość 135,5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, dotyczyła roku 1997, w którym do listopada ścieki były gromadzone jeszcze w szambie przydomowym. Potwierdza to tezę, że po podłączeniu budynku do systemu zbiorowego

usuwania ścieków rośnie zużycie wody [Pawełek, Bergel 1999]. Minimalne jednostkowe dobowe zużycia wody wahały się od 5,9 w roku 2003 do 50,6 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ w roku 2001. Wartość odchylenia standardowego wahała się od 46,6 w roku 2003 do 72,9 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ w roku 2000, co wskazuje na dużą zmienność zużycia wody.

Analiza jednostkowego zużycia wody w poszczególnych miesiącach badanych lat wskazuje także na jego duże zróżnicowanie. Maksymalne wskaźniki jednostkowego zużycia wody występowały w poszczególnych latach dwukrotnie w czerwcu (2000 r., 2004 r.), lipcu (1998 r., 2001 r.), sierpniu (1997 r., 1999 r.) oraz jednokrotnie w maju (2002 r.) i grudniu (2003 r.). Największa różnica między średnimi jednostkowymi poborami wody w poszczególnych miesiącach wystąpiła w roku 2000, wynosząc aż 132,8 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, natomiast najmniejsza 44,6 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ w roku 1997. Stwierdzono również znaczne zróżnicowanie między miesięcznymi minimalnymi jednostkowymi zużyciami wody, bowiem maksymalna różnica, która wystąpiła w 2000 roku wynosiła 106,1 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, natomiast minimalna – mająca miejsce w 2000 roku – 50,0 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$.

Przedstawione dane odniesione do dodatkowych zapisów w dzienniku obserwacyjnym pozwalają na stwierdzenie, że wysokość jednostkowego zużycia wody kształtuje w znacznym stopniu występowanie celów dodatkowych powodując jego wzrost, nawet do 448,4% (podlewanie ogrodu – sierpień 1999 rok) w stosunku do wartości średniej. Kolejnym czynnikiem powodującym wzrost zużycia wody, który wystąpił tylko w 2000 roku, były prace remontowe, prowadzone głównie w okresie lata z największym natężeniem w czerwcu i lipcu. Można zatem stwierdzić, że ten czynnik spowodował, że najwyższe średnie jednostkowe zużycie wody w analizowanym wieloleciu wystąpiło w 2000 roku, przyjmując wartość 177,5, przy średniej z wielolecia 154,9 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$.

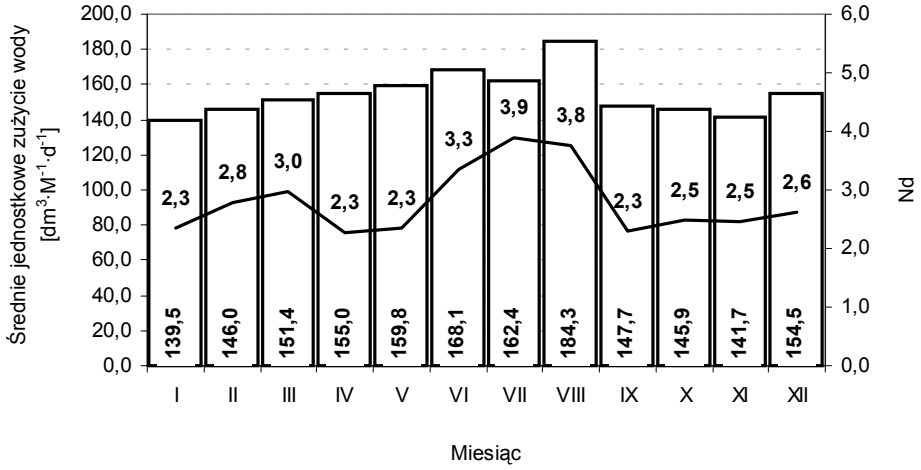
Nierównomierność dobowa zużycia wody. Z wykorzystaniem wody do zaspokojenia potrzeb bytowych i celów dodatkowych związana jest nierównomierność jej poboru. Analizując nierównomierność poboru wody w badanym gospodarstwie, posłużono się dobowym współczynnikiem nierównomierności, obliczając jego wartości dla każdego miesiąca obserwacji oraz całego roku. Obliczone wartości współczynnika zestawiono w tabeli 1, 2 i na rysunku 1.

Tabela 1. Charakterystyka jednostkowego zużycia wody w badanym gospodarstwie w latach 1997–2000
Table 1. Characteristics of unit water consumption in investigated household in 1997–2000

Rok	Parametr	Jednostka	Wielkość parametru												
			w roku	w miesiącu											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1997	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	524,4	257,2	292,2	338,8	180,8	365,0	317,7	357,3	524,4	229,4	255,8	350,1	303,3
	Średnie dobowe zużycie wody		135,5	119,1	124,0	133,7	130,8	143,5	141,6	128,6	163,7	128,1	138,5	125,6	147,3
	Minimalne dobowe zużycie wody		15,5	26,4	15,5	62,8	77,7	60,6	73,5	16,4	26,5	55,0	81,6	59,0	73,7
	Odchylenie standardowe		63,3	49,9	60,5	51,7	27,6	61,3	67,9	64,7	125,2	47,5	38,0	52,8	57,5
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	3,9	2,2	2,4	2,5	1,4	2,5	2,2	2,8	3,2	1,8	1,9	2,8	2,1
1998	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	596,4	276,6	405,6	235,9	300,9	375,3	330,8	596,4	442,2	222,6	247,4	226,3	267,3
	Średnie dobowe zużycie wody		162,7	141,6	143,3	140,1	154,1	172,1	170,5	238,6	183,7	153,9	155,9	142,5	152,7
	Minimalne dobowe zużycie wody		39,0	78,5	58,2	78,6	72,0	94,6	100,0	62,5	85,6	39,0	90,4	78,3	75,4
	Odchylenie standardowe		70,2	42,9	64,4	38,8	49,6	58,8	52,7	150,5	73,1	44,7	42,1	42,2	47,7
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	3,7	2,0	2,8	1,7	2,0	2,2	1,9	2,5	2,4	1,5	1,6	1,6	1,8
1999	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	693,3	220,8	350,1	220,2	266,0	245,1	246,2	438,7	693,3	246,9	224,3	274,1	262,4
	Średnie dobowe zużycie wody		154,6	140,2	167,9	149,4	146,3	147,9	163,8	186,4	174,9	148,3	139,3	139,6	151,1
	Minimalne dobowe zużycie wody		47,9	80,4	92,1	97,0	75,9	47,9	83,6	97,9	88,8	78,0	83,9	74,1	88,3
	Odchylenie standardowe		54,2	35,0	63,0	35,1	43,0	43,0	47,2	64,9	103,9	39,2	31,7	47,4	38,1
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	4,5	1,6	2,1	1,5	1,8	1,7	1,5	2,4	4,0	1,7	1,6	2,0	1,7
2000	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	562,7	326,8	329,5	295,7	351,1	318,2	562,7	274,3	419,4	230,1	364,3	275,7	231,2
	Średnie dobowe zużycie wody		177,5	153,6	152,6	140,3	167,2	183,5	209,8	171,0	273,1	172,6	168,6	158,3	161,1
	Minimalne dobowe zużycie wody		12,3	85,1	87,7	76,5	65,0	87,5	12,3	68,6	96,6	62,6	95,4	118,4	110,6
	Odchylenie standardowe		72,9	52,9	53,6	44,4	60,3	70,9	93,0	46,8	115,1	36,2	57,6	43,5	36,7
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	3,2	2,1	2,2	2,1	2,1	1,7	2,7	1,6	1,5	1,3	2,2	1,7	1,4

Tabela 2. Charakterystyka jednostkowego zużycia wody w badanym gospodarstwie w latach 2001–2004
Table 2. Characteristics of unit water consumption in investigated household in 2001–2004

Rok	Parametr	Jednostka	Wielkość parametru												
			w roku	w miesiącu											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2001	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	631,7	219,0	245,7	449,2	311,6	292,8	439,7	631,7	442,4	338,3	357,8	339,7	406,5
	Średnie dobowe zużycie wody		167,5	151,7	152,9	165,7	160,7	170,9	181,2	186,7	213,3	150,2	154,5	150,1	169,9
	Minimalne dobowe zużycie wody		50,6	77,1	90,9	74,5	85,7	94,8	107,3	50,6	113,4	86,1	91,5	94,7	96,0
	Odchylenie standardowe		65,4	32,5	41,4	66,3	48,5	48,5	68,3	113,1	76,3	55,7	51,3	49,3	72,0
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	3,8	1,4	1,6	2,7	1,9	1,7	2,4	3,4	2,1	2,3	2,3	2,3	2,4
2002	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	358,8	216,8	215,6	272,6	313,9	358,8	272,6	314,9	270,3	275,8	347,0	216,7	219,2
	Średnie dobowe zużycie wody		151,5	142,7	147,0	166,8	167,8	162,1	153,5	152,8	173,9	149,6	137,1	128,5	135,6
	Minimalne dobowe zużycie wody		45,6	85,5	89,3	93,5	109,5	88,7	115,9	78,9	68,2	77,0	58,1	45,6	79,6
	Odchylenie standardowe		47,1	35,1	35,4	38,1	43,5	61,4	32,9	53,5	49,1	46,3	57,2	45,7	39,4
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	2,4	1,5	1,5	1,6	1,9	2,2	1,8	2,1	1,6	1,8	2,5	1,7	1,6
2003	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	368,9	224,5	201,9	249,1	206,2	249,8	300,8	217,9	335,1	232,3	252,0	226,8	368,9
	Średnie dobowe zużycie wody		142,2	127,8	129,9	134,7	136,2	137,3	134,9	123,8	170,6	157,1	146,5	143,1	163,7
	Minimalne dobowe zużycie wody		5,9	74,6	55,2	73,4	75,7	73,0	82,7	67,1	72,5	56,2	89,3	64,7	5,9
	Odchylenie standardowe		46,6	35,7	39,6	39,1	35,9	37,6	46,3	32,4	59,6	49,7	40,5	38,1	70,0
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	2,6	1,8	1,6	1,9	1,5	1,8	2,2	1,8	2,0	1,5	1,7	1,6	2,3
2004	Maksymalne dobowe zużycie wody	$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$	385,9	300,6	206,9	268,9	322,2	242,2	385,9	247,1	166,9	190,3	179,8	277,8	309,0
	Średnie dobowe zużycie wody		148,1	139,0	150,1	180,8	176,8	160,8	189,1	111,5	121,4	121,9	126,7	145,8	154,7
	Minimalne dobowe zużycie wody		19,7	61,2	103,1	90,2	90,3	77,7	94,5	19,7	85,9	71,4	85,3	95,4	95,0
	Odchylenie standardowe		50,7	47,5	28,2	48,6	55,7	36,6	80,4	56,9	20,4	28,9	25,9	34,6	43,8
	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody, Nd	–	2,6	2,2	1,4	1,5	1,8	1,5	2,0	2,2	1,4	1,6	1,4	1,9	2,0



Rysunek 1. Średnie jednostkowe zużycie wody wraz z wartością dobowego współczynnika nierównomierności w poszczególnych miesiącach wielolecia 1997–2004

Figure 1. Mean unit water consumption with value of irregularity coefficient in individual months of multiannual period 1997–2004

Współczynniki nierównomierności dobowej zużycia wody dla poszczególnych lat badań wahały się od 2,4 w roku 2002 do 4,5 w roku 1999, a zatem we wszystkich 8 latach były znacznie wyższe od wartości 1,6 – podanej w Wytycznych dla V kategorii wyposażenia mieszkań w urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne.

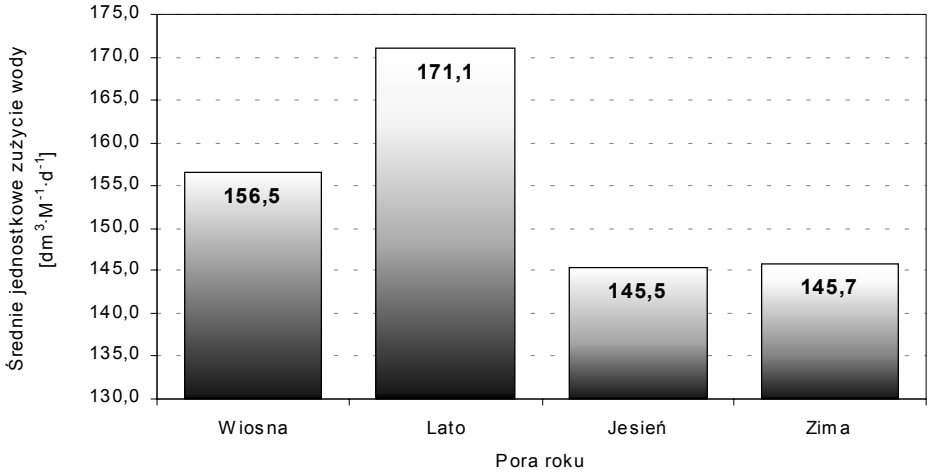
Analizując dobową nierównomierność zużycia wody w poszczególnych miesiącach i porównując otrzymane współczynniki z wartością podaną w wytycznych, należy stwierdzić, że w 17 z analizowanych 96 miesięcy były one od niej niższe, w 12 takie same, natomiast w pozostałych 67 od niej wyższe (1,7–4,0). Największa dobowa nierównomierność w poszczególnych miesiącach miała miejsce w lipcu (lata 2001, 2004) i sierpniu (lata 1997, 1999), a ponadto w lutym (1998 r.), czerwcu (2000 r.), październiku (2002 r.) i w grudniu (2003 r.). Porównując współczynniki dla poszczególnych miesięcy, należy stwierdzić, że największe zróżnicowanie w skali roku wystąpiło w 1999 roku, bowiem nierównomierność dobowa w miesiącach wahała się od 1,5 (wrzesień) do 4,0 (sierpień). Najmniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi miesiącami stwierdzono w 2003 roku od 1,5 (kwiecień, wrzesień) do 2,3 (grudzień) i w 2004 roku od 1,4 (październik) do 2,2 (styczeń, lipiec).

Analizując uzyskane wartości współczynnika nierównomierności dobowej zużycia wody na tle dodatkowych zapisów w dzienniku obserwacyjnym, można stwierdzić, że jego wartość w dużym zakresie jest kształtowana występowaniem celów dodatkowych. Szczególnie dużą nierównomierność poboru wody obserwuje się w czasie podlewania ogrodu, co wynika z sezonowości, a także warunków pogodowych. Tym czynnikiem należy tłumaczyć występowanie maksymalnego jednostkowego zużycia wody dwukrotnie w lipcu i sierpniu.

Zmienność sezonowa jednostkowego zużycia wody. Uzyskane wyniki dotyczące jednostkowego zużycia wody i współczynników dobowej nierównomierności jej poboru wskazują na potrzebę przeprowadzenia analizy zmienności jednostkowego zużycia wody w zależności od pory roku. Wyniki odpowiednich obliczeń dla poszczególnych lat przedstawiono w tabeli 3. Wskazują one, że najwyższe jednostkowe średnio dobowe zużycie wody wystąpiło w pięciu na 8 analizowanych lat – w lecie (lata 1997–2001). Najwyższa wielkość 218,0 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ wystąpiła w 2000 r. Na rysunku 2 przedstawiono średnie jednostkowe zużycie wody w wieloleciu 1997–2004 z podziałem na pory roku. Średnie jednostkowe zużycie wody w całym wieloleciu w porze letniej wynoszące 171,1 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ było znacznie wyższe niż w innych porach. W okresie wiosny wynosiło 156,5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, natomiast w pozostałych dwóch porach roku było jeszcze niższe (jesień – 145,5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, zima - 145,7 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$), przy średniej z wielolecia 154,9 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$.

Tabela 3. Średnie jednostkowe zużycie wody w poszczególnych porach roku w latach 1997–2004
Table 3. Mean unit water consumption in individual seasons in 1997–2004

Rok	Średnie jednostkowe zużycie wody w poszczególnych porach roku [$dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$]			
	Wiosna	Lato	Jesień	Zima
1997	136,0	144,6	130,7	130,1
1998	155,4	197,6	150,8	145,9
1999	147,9	175,0	142,4	153,1
2000	163,7	218,0	166,5	155,7
2001	165,8	193,7	151,6	158,2
2002	165,6	160,1	138,4	141,8
2003	136,1	143,1	148,9	140,5
2004	172,8	140,7	131,5	147,9



Rysunek 2. Średnie jednostkowe zużycie wody w wieloleciu 1997–2004 w poszczególnych porach roku
Figure 2. Mean unit water consumption during multiannual period 1997–2004 in individual seasons

WNIOSKI

Badania przeprowadzone w czasie ośmiu lat (1997–2004) w wybranym gospodarstwie, nieprowadzącym działalności rolniczo-produkcyjnej wykazały, że zużycie wody w przeliczeniu na jednego mieszkańca odznacza się dużym zróżnicowaniem. Przeprowadzona analiza wyników badań pozwoliła na przedstawienie następujących wniosków:

1. Jednostkowe zużycie wody w gospodarstwie domowym składającym się czterech stałych mieszkańców wahało się w latach 1997–2004 od 5,9 do 693,3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$.
2. Średnie jednostkowe zużycie wody mieściło się w przedziale od 135,5 do 177,5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$. Najniższa wartość wystąpiła w roku 1997, a najwyższa w roku 2000.
3. Maksymalne jednostkowe dobowe zużycie wody występowało najczęściej w okresie letnim, dwukrotnie w czerwcu (2000 r., 2004 r.), lipcu (1998 r., 2001 r.), sierpniu (1997 r., 1999 r.), co stwierdzono w sześciu przypadkach na osiem możliwych.
4. Największa różnica między średnimi jednostkowymi poborami wody z poszczególnych miesięcy wystąpiła w roku 2000, wynosząc 132,8 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, natomiast najmniejsza 44,6 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ w roku 1997.
5. Pobór wody w poszczególnych latach odznaczał się współczynnikiem nierównomierności dobowej, wynoszącym od 2,4 (2002 r.) do 4,5 (1999 r.). Wartość tego współczynnika jest znacznie wyższa

(nawet 2,8-krotnie) od podawanego przez wytyczne do obliczania zapotrzebowania na wodę.

6. Wielkość i nierównomierność zużycia wody w badanym gospodarstwie była kształtowana w znacznym stopniu przez rodzaj i częstość występowania celów dodatkowych. Średnie jednostkowe zużycie wody w porze letniej wynoszące 171,1 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ było znacznie wyższe od średniej w pozostałych porach roku 149,3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, na co istotny wpływ miało podlewanie ogrodu.

BIBLIOGRAFIA

Błażejewski R., Waack A. *Zużycie wody wodociągowej w wybranych wsiach woj. poznańskiego*. Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Zaopatrzenie w wodę miast i wsi, Tom III. Poznań, 1996, s. 337–347.

Borowa M. *Rzeczywista i prognozowana wielkość zapotrzebowania na wodę w latach 1996–2030 w Warszawie*. GWiTS 4/2003, 2003, s. 121–131.

Bugajski P., Kaczor G. *Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym*. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi. PAN 2/2005, 2005, s. 17–26.

Pawełek J., Bergel T. *Wzrost zużycia wody wodociągowej po podłączeniu budynków do systemu kanalizacji zbiorowej*. Zesz. Nauk AR w Krakowie, Sesja Naukowa, Z. 65. Kraków, 1999, s. 115–121.

Pawełek J., Długosz M. *Wytyczne do obliczania zapotrzebowania na wodę w osiedlach wiejskich w świetle potrzeby ich nowelizacji*. Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Zaopatrzenie w wodę miast i wsi. Tom I, Poznań, 1998, s. 73–79.

Pawełek J., Satora S. *Zmienność zużycia wody w gospodarstwach wsi Goszcza podłączonych do wodociągu w gminie Kocmyrzów-Luborzyca*. Inżynieria Rolnicza, nr 8/2001, PAN, 2001, s. 335–348.

Pawełek J., Tylek W. *Częstość mycia pojazdów mechanicznych w gospodarstwach wiejskich*. GWiTS 6/1989, 1989, s. 133–135.

Roman M., Tabernacki J. *Ilość pobieranej wody wodociągowej jako podstawa do ustalania opłat za odprowadzenie ścieków z gospodarstw domowych*. GWiTS, 4/1995, 1995, s. 118–120.

Wytyczne do programowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych. Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska - Departament Gospodarki Komunalnej, Warszawa 1978.

Zarządzenie nr 1 Ministra Rolnictwa z dn. 05.01.1966 w sprawie wytycznych do obliczeń zapotrzebowania wody w wiejskich jednostkach osadniczych (Dz. Bud. Nr 3 z 11.05.1967).

Prof. dr hab. inż. Jan Pawełek,
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
rmpawele@cyf-kr.edu.pl
rmkaczor@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Węglarczyk*

Jan Pawełek, Grzegorz Kaczor

UNIT WATER CONSUMPTION PER HOUSEHOLD DURING 8-YEAR PERIOD OF OBSERVATIONS

Summary

The work analyses the eight-year (1997–2004) period of research on water consumption by a selected household in a housing estate in Krakow. Water consumption was referred to the number of persons using water in the investigated household, a unit consumption was determined and daily irregularities in the uptake of water. The household numbered four permanent dwellers. The basis for analysis were daily indications of water meter registered in the observation journal, temporary changes of the number of inhabitants and water use outside the flat, e.g. for garden watering or car washing, etc. The investigated building is fully furnished with running water and sewer system, i.e. running water is supplied to the flat furnished with kitchen sink, flushed toilets and two fully equipped bathrooms. In the initial period of investigations, wastewater from the building was directed into a cesspool but since November 1997 it has been drained by common sewer system. Obtained research results revealed that daily unit water use in 1997–2004 ranged between 5.9 and 693.3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, whereas average unit daily water consumption fell within the 135.5 and 177.5 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ depending on year. The biggest difference between average daily unit water uptakes in individual months was registered in 2000 and reached 132.8 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$, while the smallest was noted in 1997 (44.6 $dm^3 \cdot d^{-1}$). Maximum daily unit water use was noted in the summer period, which has been found in six out of eight analysed years. Water intake in individual years was characterised by daily irregularity coefficient ranging between 2.4 and 4.5, therefore much higher than stated by the respective guidelines (1.6). Indexes of unitary water consumption and their irregularity are to a greater extend shaped by the frequency of occurrence and kind of additional purposes of water use, which appear mainly in summer, so unit water consumption in the summer season 171.1 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$ was much higher than in the other seasons (149.3 $dm^3 \cdot M^{-1} \cdot d^{-1}$).

Key words: household, water consumption, unit water consumption, daily irregularity