

*Grzegorz Kaczor*

## **JEDNOSTKOWE ODPIYWY ŚCIEKÓW Z KANALIZACJI WIEJSKIEJ W GMINIE KOSZYCE**

### **Streszczenie**

Prawidłowa praca systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków w głównej mierze zależy od właściwego ich zaprojektowania, wykonania, a następnie poprawnie prowadzonej eksploatacji. W projektowaniu sieci kanalizacyjnych najważniejszym parametrem wpływającym na ustalenie średnic przewodów jest miarodajna objętość ścieków, określana często w odniesieniu na 1 mieszkańca, jako jednostkowy odpływ ścieków w  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Celem przeprowadzonych badań było określenie jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji wiejskiej w Koszycach w ujęciu roku, miesiący i dni tygodnia w latach 2002–2005. Objętość ścieków odpływających z kanalizacji sanitarnej w Koszycach określona została na podstawie pomiaru, wykonywanego na kanale dopływowym do oczyszczalni ścieków we Włostowicach. Gmina Koszyce położona jest w województwie małopolskim w powiecie proszowickim. Aktualnie z sieci kanalizacyjnej na terenie gminy korzysta 1673 mieszkańców. Ścieki odprowadzane są z 280 gospodarstw.

Średnie jednostkowe odpływy ścieków (przy pogodzie bezdeszczowej) w okresie badawczym wahały się od 58,7 w roku 2005 do 75,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w roku 2003. W całym okresie badań średni odpływ jednostkowy wyniósł 67,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , przy odchyleniu standardowym 11,5  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  i współczynniku nierównomierności 1,34. Wielkości średnich jednostkowych odpływów ścieków w poszczególnych latach korespondowały z wielkościami jednostkowego zużycia wody w 7 badanych gospodarstwach we Włostowicach w latach 2002–2003. Najwyższe jednostkowe odpływy ścieków w Koszycach występują w miesiącach zimowych, natomiast najniższe w miesiącach letnich. Analogiczna tendencja występowała w zużyciu wody. Niższe w okresie letnim odpływy ścieków związane są z wykorzystaniem znacznych ilości wody wodociągowej na cele dodatkowe, takie jak podlewanie upraw, mycie pojazdów

i chów zwierząt gospodarskich. Analiza odpływów ścieków w układzie tygodniowym wykazała, że najniższe jednostkowe odpływy ścieków z kanalizacji w Koszycach występowały w piątki ( $66,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) i niedziele ( $66,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ), natomiast najwyższe w soboty ( $73,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). Jest to rozkład zgodny z najczęściej występującym tygodniowym rozkładem zużycia wody. Badania jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji wiejskiej w Koszycach potwierdziły tezę o obniżeniu się rzeczywistej ilości powstających ścieków w stosunku do Wytocznych z roku 1978. W całym okresie badawczym jednostkowy odpływ ścieków nie przekroczył  $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

**Słowa kluczowe:** ścieki, odpływ ścieków, ilość ścieków

## WPROWADZENIE

Prawidłowa praca systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków w głównej mierze zależy od właściwego ich zaprojektowania, wykonania, a następnie poprawnie prowadzonej eksploatacji. W projektowaniu sieci kanalizacyjnych najważniejszym parametrem wpływającym na ustalenie średnic przewodów jest miarodajna objętość ścieków. Objętość ścieków bytowych, na etapie projektowania przyjmowana jest jako równa objętości pobranej przez mieszkańców wody, pomniejszonej o wielkość zużytą na tzw. cele dodatkowe, takie jak: podlewanie zieleni i upraw, chów zwierząt, mycie pojazdów samochodowych i maszyn rolniczych, utrzymanie czystości w obejściu gospodarstw, roboty budowlane i in. [Pawełek i in. 2005; Bergel 2005]. Rzeczywistą objętość zużytej wody można dokładnie określić na podstawie wskazań urządzeń pomiarowych (wodomierzy) lub przyjmować na podstawie wskaźników jednostkowego zużycia wody [Wytoczne...1978]. Prowadzone przez wielu autorów badania zużycia wody, zarówno w gospodarstwach indywidualnych, jak i dużych systemach wodociągowych [Roman, Tabernacki 1995; Błażejowski, Waack 1996; Pawełek, Długosz 1998; Pawełek, Bergel 1999; Borowa 2003; Cwiertnia 2004; Bugajski, Kaczor 2005; Bergel 2005] wykazują jej tendencję malejącą, rozpoczynającą się od roku 1990 wraz z uwolnieniem gospodarki wolnorynkowej. Trend ten wywoływany jest zarówno stosunkowo wysoką ceną wody, jak i wprowadzaniem na szeroką skalę wodoszczędnych pralek, zmywarek naczyń, baterii czerpalnych, a także płuczek ustępowych. Dodatkowym czynnikiem może być wzrost świadomości ekologicznej użytkowników wodociągów i docenienie wartości czystej wody. Wszystkie te czynniki powodują, że wielkości wskaźnikowe powinny być dość często aktualizowane, a zużycie wody

w gospodarstwach wiejskich i miejskich poddawane ciągłemu monitoringowi.

Badania jednostkowego zużycia wody nie powinny być prowadzone w oderwaniu od faktycznej ilości ścieków odpływających z kanalizacji zarówno miejskiej, jak i wiejskiej. Przy czym należy zdawać sobie sprawę z tego, że porównanie zużycia wody z odpływem ścieków może mieć sens tylko przy pogodzie bezdeszczowej. Związane jest to z występowaniem w dniach z opadem deszczu zwiększonych przepływów ścieków wywoływanych dopływami wód przypadkowych. Niedostateczna szczelność przewodów jest problemem w wielu wiejskich systemach kanalizacyjnych [Pecher 1999; Kaczor, Satora 1993; Pawełek i in. 2005].

W niniejszej pracy poddano analizie jednostkowe odpływy ścieków z kanalizacji wiejskiej w gminie Koszyce. W analizie uwzględniono pomiary odpływu ścieków tylko przy pogodzie bezdeszczowej, co daje podstawę do ich porównania z jednostkowymi zużyciami wody.

### **CEL, METODYKA I ZAKRES BADAŃ**

Celem przeprowadzonych badań było określenie jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji wiejskiej przy pogodzie bezdeszczowej w ujęciu roku, miesiący i dni tygodnia. Objętość ścieków odpływających z kanalizacji sanitarnej w Koszycach określona została na podstawie pomiaru wykonywanego w kanale dopływowym do oczyszczalni we Włostowicach. Do oczyszczalni tej kierowane są wszystkie ścieki ze skanalizowanych sołectw gminy Koszyce. Pomiar przepływu ścieków wykonywano za pomocą ultradźwiękowego miernika poziomu SMW 221-1 firmy NIVOSONAR umieszczonego nad przelewem Thomsona. Zasada pomiaru polegała na tzw. metodzie pośredniej bezkontaktowej. Impuls ultradźwiękowy wysyłany z głowicy typu SS-200 ulega odbiciu od powierzchni ścieków i zostaje ponownie odebrany przez czujnik. Informacja o odległości od lustra ścieków do głowicy przesyłana jest do przetwornika. Przetwornik analizuje sygnał z głowicy ultradźwiękowej, a następnie na wyświetlaczu ukazuje zmierzoną wielkość przepływu ścieków.

Aby uzyskać możliwość ciągłego monitoringu odpływu ścieków z kanalizacji w Koszycach, do przetwornika, posiadającego standardowe wyjście prądowe, podłączono i zaprogramowano rejestrator tablicowy typu KD1. Interwał próbkowania wyjścia przetwornika ustalono na 15 sekund. Pozwoliło to na pozyskanie zapisu wielkości

przepływu ścieków z błędem nie większym niż  $0,01 \text{ m}^3$  w czasie 24 godzin. Zarchiwizowany materiał pomiarowy rejestrator zapisywał na dyskach komputerowych 3,5”.

Informacje na temat występowania opadów atmosferycznych uzyskano na podstawie odczytu danych z pluwiografu typu PG zainstalowanego na terenie oczyszczalni.

### OPIS GMINY KOSZYCE

Gmina Koszyce położona jest w województwie małopolskim w powiecie proszowickim. Wzdłuż miejscowości przebiega droga nr 79 Kraków–Sandomierz. Wieś usytuowana jest w południowo-wschodniej części Płaskowyżu Proszowickiego, będącego częścią składową Niecki Nidziańskiej, w odległości około 20 km powyżej ujścia Szreniawy do Wisły. Cała gmina położona jest na zwartych kompleksach gleb bardzo dobrych, stąd też posiada charakter wybitnie rolniczy. Łączna powierzchnia użytków rolnych w gminie wynosi 5804 ha, w tym 80% stanowią grunty orne, 18% to łąki i pastwiska, a 2% to sady. Głównym kierunkiem specjalizacji rolniczej gminy jest uprawa zbóż, kukurydzy oraz chów trzody chlewnej, a w mniejszym zakresie bydła. Społeczeństwo Gminy Koszyce (w zdecydowanej większości wiejskie) liczy 5795 osób. Powierzchnia geodezyjna gminy wynosi 6642 ha, stąd na jednego mieszkańca gminy przypada około 1,10 ha. Gmina obejmuje 20 sołectw.

Mieszkańcy gminy zaopatrywani są w wodę z wodociągu o długości 39,6 km, zasilanego z dwóch ujęć głębinowych o łącznym wydatku  $38 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Z wodociągu korzysta 7 sołectw gminy.

Ścieki bytowe z terenu gminy odprowadzane są siecią kanalizacyjną o łącznej długości 24,2 km do wybudowanej w roku 1993 we Włostowicach mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków o wydajności projektowej  $313 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ . Do budowy sieci zastosowano rury PCW, produkcji Wawin i Gamrat, łączone na kielich oraz rury PE (produkcji Wawin) łączone metodą zgrzewania. Większą część sieci wykonano z rur o średnicy 200 mm. Głębokości niwelety dna kolektorów ściekowych wahają się średnio od 1,5 m do 3,0 m p.p.t.

Aktualnie z sieci kanalizacyjnej na terenie gminy Koszyce korzysta 1673 mieszkańców. Ścieki odprowadzane są z 280 gospodarstw.

## WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Dla potrzeb określenia jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji wiejskiej w Koszycach dane z rejestratora poddano wstępnej obróbce analitycznej. Codzienne dobowe dopływy ścieków do oczyszczalni we Włostowicach zestawiono w 4 ciągi pomiarowe, każdy o liczbie elementów odpowiadającej liczbie dni roku kalendarzowego. Kolejny etap obróbki danych obejmował wyłączenie z ciągów pomiarowych dni, w których wystąpił opad atmosferyczny. Informację o datach wystąpienia opadów odczytano z taśm pomiarowych zapisanych przez pluwiograf typu PG, zainstalowany na terenie oczyszczalni ścieków. Z ciągów pomiarowych wyłączono także dni, w których pomiar zakłócony został przerwami w dostawie energii elektrycznej. Opracowane wstępnie ciągi pomiarowe, złożone z dobowych przepływów ścieków, przeliczono na odpływy jednostkowe przy uwzględnieniu aktualnej liczby mieszkańców korzystających z kanalizacji, a następnie poddano obróbce statystycznej w ujęciu rocznym, miesięcznym oraz w układzie dni tygodnia. Charakterystykę jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji w Koszycach w kolejnych latach badań oraz w poszczególnych miesiącach przedstawiono w tabeli 1. Średnia wartość odpływu ścieków waha się w poszczególnych latach od 58,7 w roku 2005 do 75,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w roku 2003. Od roku 2003 do roku 2005 występuje trend malejący w średnim jednostkowym odpływie ścieków. W tych trzech latach stwierdza się natomiast stopniowy wzrost wartości maksymalnego dobowego współczynnika nierównomierności Nd. W całym okresie badań średni odpływ jednostkowy wyniósł 67,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , przy odchyleniu standardowym 11,5  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  i współczynniku nierównomierności 1,34. Wartość odpływu jednostkowego ścieków jest stosunkowo niska, zwłaszcza w porównaniu do wartości 150  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , przyjmowanej najczęściej w obliczeniach projektowych. Maksymalne jednostkowe odpływy ścieków, w odniesieniu do danego roku, wahały się od 78,5  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w roku 2005 do 89,9  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w roku 2004.

Ponieważ w gminie Koszyce w latach 2002-2003 prowadzone były przez pracowników Katedry Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizację Akademii Rolniczej w Krakowie badania zużycia wody w 7 gospodarstwach [Bergel 2005], zaistniała możliwość porównania jednostkowego zużycia wody z jednostkowym odpływem ścieków. Jednostkowa ilość zużytej wody, która została wprowadzona do kanalizacji jako ścieki (w obliczeniach odjęto ilość wody zużywanej na

cele dodatkowe) w badaniach Bergela [2005] wahała się od 71,3 w roku 2002 do 74,8  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w roku 2003. Jak można zauważyć, zmierzone wielkości zużycia wody i odpływu ścieków są porównywalne. Należy jednak przypuszczać, że stosunkowo niska wartość jednostkowego odpływu ścieków jest powodowana tym, że duża część mieszkańców gminy Koszyce pracuje poza miejscem zamieszkania, np. w Proszowicach, Kazimierzy Wielkiej i Krakowie, przez co faktyczna liczba mieszkańców może być znacznie niższa od liczby osób zameldowanych. Przeprowadzone badania zarówno odpływów ścieków, jak i zużycie wody wykazały, że rzeczywista ilość ścieków powstająca na terenie wiejskim jest niższa od 100  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Kolejny etap analizy dotyczył ustalenia jednostkowych odpływów ścieków w poszczególnych miesiącach roku (tab. 1). Odpływ średni jednostkowy w całym okresie badań wahał się od 50,0  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w czerwcu roku 2005 do 81,3  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w styczniu roku 2003. Współczynnik nierównomierności dobowej odpływu ścieków wyliczony dla poszczególnych miesięcy wyniósł od 1,0 do 1,5. Wartości uśrednione odpływu jednostkowego ścieków w poszczególnych miesiącach lat 2002–2005 przedstawiono na rysunku 1. Największe odpływy ścieków występowały w miesiącach zimowych, natomiast najniższe w miesiącach letnich. Analogiczna tendencja występowała w zużyciu wody w badaniach Bergela [2005]. Niższe w okresie letnim odpływy ścieków związane są z wykorzystaniem znacznych ilości wody wodociągowej na cele dodatkowe, takie jak podlewanie upraw, mycie pojazdów i chów zwierząt. Woda zużyta na te cele nie trafia do kanalizacji jako ścieki.

Ostatni etap analizy danych dotyczył określenia jednostkowego odpływu ścieków w poszczególnych dniach tygodnia (tab. 2). We wszystkich latach badań najwyższy średni jednostkowy odpływ ścieków występował w soboty. Odpływ ścieków w soboty był wyższy od średniej z pozostałych dni tygodnia od 3,9% w roku 2003 do 15,1% w roku 2005. Wartości współczynników nierównomierności dobowej odpływu ścieków wyliczonych dla dni tygodnia wskazują na małą zmienność odpływu ścieków w poszczególnych dniach. Rozkład jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji w Koszycach w poszczególnych dniach tygodnia, ustalony na podstawie 4-letnich badań, przedstawiono na rysunku 2. Najniższe jednostkowe odpływy ścieków z kanalizacji w Koszycach występowały w piątek (66,0  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) i w niedzielę (66,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ), natomiast najwyższe w sobotę (73,2  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). Najniższa wartość współczynnika nierównomierności dobowej odpływu ścieków występowała także w sobotę.

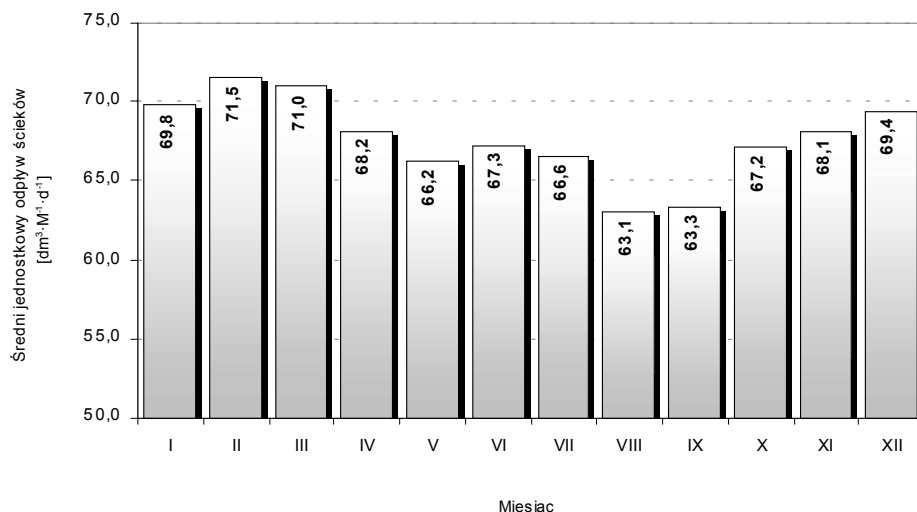
**Tabela 1.** Charakterystyka jednostkowego odpływu ścieków z kanalizacji w Koszycach w latach 2001–2005  
**Table 1.** Characteristics of unit sewage outflow from sewer system in Koszyce in 2001–2005

Rok	Parametr	Jednostka	Wielkość parametru												
			w roku	w miesiącu											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2002	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	89,5	84,8	86,3	78,8	86,4	87,4	89,5	88,9	87,4	89,2	88,3	88,5	86,2
	Średni jednostkowy odpływ ścieków		67,7	57,7	64,8	76,7	60,6	71,9	74,3	65,2	67,3	72,7	74,7	71,2	65,0
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		26,2	30,4	31,5	73,6	32,3	31,8	31,3	38,4	31,2	52,2	46,3	47,9	34,5
	Odchylenie standardowe		16,1	14,8	18,6	2,2	17,6	15,1	17,4	16,7	14,7	12,6	13,1	13,9	19,3
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,3	1,5	1,3	1,0	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3
2003	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	89,8	89,1	89,3	75,7	88,3	86,8	89,8	88,4	87,4	82,2	88,6	87,2	89,3
	Średni jednostkowy odpływ ścieków		75,1	81,3	74,3	65,8	80,3	70,3	78,2	76,0	72,8	70,3	77,1	78,3	72,5
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		35,9	74,1	43,8	44,1	75,3	50,2	66,0	57,4	62,4	56,2	63,2	66,3	35,9
	Odchylenie standardowe		8,4	4,7	13,8	14,8	7,0	8,7	6,6	7,9	6,3	5,9	6,3	5,4	11,6
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2
2004	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	89,9	89,9	89,7	89,7	88,1	83,5	81,7	89,0	75,9	77,8	87,2	88,4	88,9
	Średni jednostkowy odpływ ścieków		66,9	75,9	79,3	76,6	70,8	67,5	66,6	72,9	59,7	55,8	57,5	63,5	70,0
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		35,0	57,8	61,8	61,6	58,1	50,1	45,3	61,8	41,8	43,9	35,0	46,3	56,3
	Odchylenie standardowe		11,3	7,2	8,4	8,9	9,9	8,6	7,2	8,5	9,4	7,9	10,1	11,2	9,3
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków N	-	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3
2005	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	79,5	78,9	78,8	76,3	74,6	73,8	70,9	77,7	76,1	75,8	78,8	74,7	79,5
	Średni jednostkowy odpływ ścieków		58,7	64,5	67,5	64,8	60,9	55,3	50,0	52,3	52,5	54,5	59,3	59,5	70,2
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		33,8	44,9	57,4	51,5	50,2	44,1	36,4	33,8	36,6	35,8	48,1	48,4	45,4
	Odchylenie standardowe		10,2	8,1	6,2	8,6	5,5	7,7	10,5	10,6	10,8	9,7	7,0	6,4	8,7
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,1

**Tabela 2.** Charakterystyka jednostkowego odpływu ścieków z kanalizacji w Koszycachw poszczególnych dniach tygodnia w latach 2002–2005  
**Table 2.** Characteristics of unit sewage outflow from sewer system in Koszyce on individual days of the week in 2002–2005

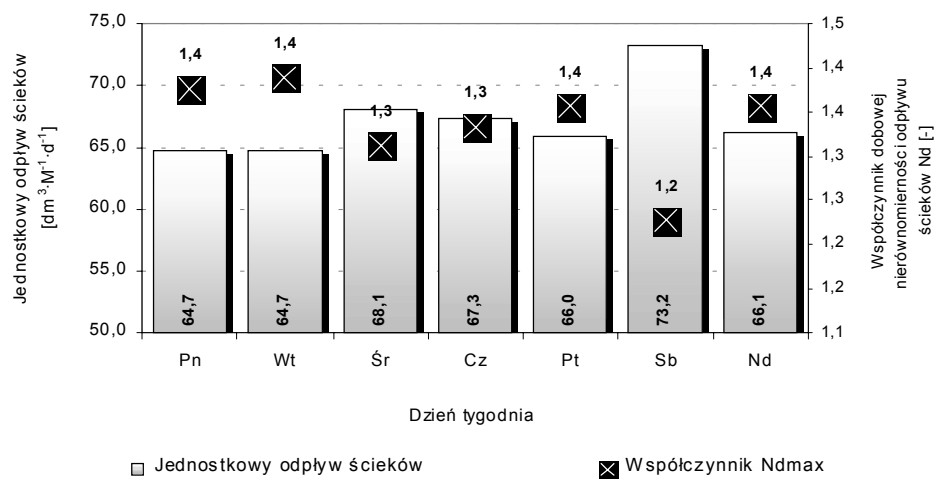
Rok	Parametr	Jednostka	Wielkość parametru w dniach tygodnia						
			Ph	Wt	Sr	Cz	Pt	Sb	Nd
2002	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków		86,9	85,9	88,1	87,9	89,5	88,6	89,2
	Średni jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	63,4	63,5	71,5	68,8	62,3	74,5	69,3
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		30,4	36,3	46,6	32,3	31,8	34,5	31,3
	Odchylenie standardowe		18,5	14,4	11,6	15,5	18,2	14,3	17,4
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,4	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3
2003	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków		89,2	88,5	89,3	86,8	89,1	89,8	89,3
	Średni jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	75,6	74,2	77,0	74,6	75,1	77,8	72,9
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		62,1	44,1	56,4	35,9	57,4	56,2	43,8
	Odchylenie standardowe		6,2	9,4	7,5	9,7	7,6	9,8	9,3
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
2004	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków		88,5	89,9	88,2	89,7	89,0	88,4	89,7
	Średni jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	62,9	65,1	64,8	67,3	68,1	74,2	66,6
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		35,0	44,5	45,6	43,9	49,7	57,9	45,3
	Odchylenie standardowe		13,1	11,9	10,0	10,2	10,8	8,4	11,4
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,4
2005	Maksymalny jednostkowy odpływ ścieków		77,7	75,3	78,9	77,7	79,5	79,5	78,9
	Średni jednostkowy odpływ ścieków	$\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	57,1	56,2	59,2	58,4	58,3	66,2	55,7
	Minimalny jednostkowy odpływ ścieków		34,4	36,6	43,3	40,7	39,1	40,3	33,8
	Odchylenie standardowe		10,2	10,0	9,0	9,6	10,3	8,6	10,7
	Współczynnik dobowej nierównomierności odpływu ścieków Nd	-	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2	1,4





**Rysunek 1.** Średni jednostkowy odpływ ścieków z kanalizacji w Koszycach w poszczególnych miesiącach wielolecia 2002–2005

**Figure 1.** Average unit sewage outflow from sewer system in Koszyce for individual periods of multiannual period 2002–2005



**Rysunek 2.** Średni jednostkowy odpływ ścieków z kanalizacji w Koszycach w poszczególnych dniach tygodnia w wieloleciu 2002–2005

**Figure 2.** Average unit sewage outflow from sewer system in Koszyce on individual days of the week during multiannual period 2002–2005

## WNIOSKI I STWIERDZENIA

Analiza wyników badań dobowych odpływów ścieków z kanalizacji wiejskiej w gminie Koszyce, prowadzonych w latach 2002–2005, pozwoliła na sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Średnie jednostkowe odpływy ścieków w okresie badawczym wahały się od 58,7 w roku 2005 do 75,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  w roku 2003. W całym okresie badań średni odpływ jednostkowy wyniósł 67,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , przy odchyleniu standardowym 11,5  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  i współczynniku nierównomierności 1,34.

2. Wielkości średnich jednostkowych odpływów ścieków w poszczególnych latach są niższe od wielkości jednostkowy zużycie wody badanych w 7 gospodarstwach we Włostowicach w latach 2002–2003. Zależność ta może wynikać z niższej rzeczywistej liczby mieszkańców w stosunku do liczby osób zameldowanych.

3. Najwyższe jednostkowe odpływy ścieków w Koszycach występują w miesiącach zimowych, natomiast najniższe w miesiącach letnich. Analogiczna tendencja występowała w zużyciu wody.

4. Niższe w okresie letnim odpływy ścieków związane są z wykorzystaniem znacznych ilości wody wodociągowej na cele dodatkowe, takie jak podlewanie upraw, mycie pojazdów i chów zwierząt gospodarskich. Woda zużyta na te cele nie trafia do kanalizacji jako ścieki.

5. Analiza odpływów ścieków w układzie tygodniowym wykazała, że najniższe jednostkowe odpływy ścieków z kanalizacji w Koszycach występowały w piątki (66,0  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) i niedziele (66,1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ), natomiast najwyższe w soboty (73,2  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). Jest to rozkład zgodny z najczęściej występującym tygodniowym rozkładem zużycia wody.

6. Badania jednostkowych odpływów ścieków z kanalizacji wiejskiej w Koszycach potwierdziły tezę o obniżeniu się rzeczywistej ilości ścieków w przeliczeniu na mieszkańca w stosunku do Wytocznych z roku 1978. W całym okresie badawczym jednostkowy odpływ ścieków z kanalizacji nie przekroczył 100  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

## BIBLIOGRAFIA

- Błażejowski 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
- Bergel T. *Optymalizacja doboru jednostkowego odpływu ścieków jako warunek prawidłowego funkcjonowania wiejskich systemów kanalizacyjnych*. GWiTS 11/2005, 2005, s. 23–26
- 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
- Ćwiertnia R. 2004. *Prawidłowy wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania wody – podstawa optymalnego zaprojektowania sieci wod.-kan. oraz obiektów wodociągowych oraz kanalizacyjnych*. Forum Eksploatatora, 18, V, s. 14–17
- Kaczor G., Satora S. *Problem wód przypadkowych w wiejskich systemach kanalizacyjnych województwa małopolskiego*. Inżynieria Rolnicza 3 (45) tom 2, Komitet Techniki Rolniczej PAN, 2003, s. 35–46
- 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., Kaczor G., Bergel T. *Wybrane zagadnienia ilościowo-jakościowe ścieków bytowych odprowadzanych wiejskimi systemami kanalizacyjnymi*. Przegląd Komunalny 2/2005. Gospodarka Komunalna i Ochrona Środowiska, Poznań 2005, s. 35–40
- Pecher R. *Wody przypadkowe w sieci kanalizacyjnej – problem gospodarki wodnej*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 10, 1999, s. 1–8
- 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

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  
rmkaczor@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Stanisław Węglarczyk

*Grzegorz Kaczor*

## UNIT SEWAGE OUTFLOWS FROM RURAL SEWER SYSTEM IN KOSZYCE MUNICIPALITY

### SUMMARY

Correct functioning of sewage disposal and treatment systems depends prevalently on the proper design, construction and subsequent proper operation. In designing sewer systems the most important parameter affecting determination of pipe diameters is a reliable sewage volume, frequently determined per 1 inhabitant as a unit sewage outflow in  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . The investigations were conducted to determine unit sewage outflows from rural sewerage system in Koszyce per year, with respect to individual months and days of the week in 2002-2005. The volume of sewage flowing out of sanitary sewer system in Koszyce was determined on the basis of measurement conducted on the supply canal to the sewage treatment plant in Włostowice. Koszyce municipality is situated in the malopolskie province, proszowicki powiat. Currently the sewer system in the municipality area is utilised by 1673 inhabitants. Sewage is discharged by 280 households.

Mean daily sewage outflows (at the rainless weather) during the period of research fluctuated between 58.7 in 2005 and 75.1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  in 2003. During the whole period of investigations mean unit outflow was 67.1  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , with standard deviation 11.5  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . and irregularity coefficient 1.34. The values of average unit sewage outflows in individual years corresponded to unit values of water consumption in 7 investigated households in Włostowice in 2002-2003. The highest unit sewage outflows in Koszyce occurred in the winter months, while the lowest in the summer months. An analogous tendency occurred for water consumption. Sewage effluents, lower in the summer period, were connected with the use of considerable amounts of running water for additional purposes, such as crop watering, washing of vehicles and keeping farm animals. The analysis of sewage outflow per week revealed that the lowest unit sewage outflows from the sewer system in Koszyce occurred on Fridays (66.0  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) and Sundays, whereas the highest were registered on Saturdays (73.2  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). It is the scheme confirming the most frequent weekly water consumption distribution. Investigations of unit sewage outflows from rural sewer system in Koszyce corroborated the thesis on a decrease in the actually produced sewage volume in relation to the Guidelines issued in 1978. Unitary sewage outflow did not exceed 100  $\text{dm}^3 \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  during the whole period of investigations.

**Key words:** sewage, sewage outflow, sewage volume