

Charakterystyka dopływu ścieków do oczyszczalni ścieków w miejscowości turystycznej

Daniel Widera¹, Katarzyna Pawęska^{2*}

¹ Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sława, Sp. z o.o., ul. Długa 1, 67-410 Sława

² Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Infrastruktury i Techniki Sanitarnej, Plac Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

* Autor do korespondencji: katarzyna.paweska@upwr.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące ilości ścieków dopływających siecią kanalizacyjną oraz ilości ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym do oczyszczalni ścieków w Sławie. Obserwacje obiektu prowadzono w okresie styczeń 2013 – wrzesień 2017. W okresie tym oceniono wielkości dobowych dopływów ścieków do oczyszczalni ze skanalizowanych obszarów gminy Sława oraz sumy miesięczne ilości ścieków dowożonych do oczyszczalni taborem asenizacyjnym. Ilość ścieków poddawanych oczyszczeniu porównano z wartością projektową. Średni pomierzony dopływ ścieków w okresie badawczym kształtował się na poziomie 1971,1 m³·d⁻¹ i stanowił ok. 66% projektowanego przepływu ścieków dla oczyszczalni. Dodatkowo w pracy określono procentowy udział ilości ścieków dowożonych poddawanych oczyszczeniu w stosunku do całkowitej ilości ścieków. W pracy zwrócono uwagę na sezonowe zmiany związane z ilością ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym wynikające z turystycznego charakteru regionu. Sezonowe zmiany wpływają na zwiększenie procentowego udziału ścieków pochodzących ze zbiorników bezdopływowych w stosunku do ilości ścieków dopływających siecią kanalizacyjną. W miesiącach letnich (lipiec, sierpień) w analizowanym okresie badawczym udział ten wynosił od 17,1 do 19,9%. Znaczące udziały ścieków dowożonych w miesiącach letnich w stosunku do ilości ścieków dopływających siecią kanalizacyjną mogą przyczynić się do zaburzeń procesów technologicznych oraz wpłynąć na sprawność oczyszczania.

Słowa kluczowe: ścieki, ilość ścieków, nierównomierność dopływu

Characteristics of the wastewater inflow to the wastewater treatment plant in the tourist resort

ABSTRACT

The paper presents the results of the research concerning the amount of wastewater influent to the wastewater treatment plant in Sława through sewerage system as well as the amount of wastewater delivered by the sanitation fleet. The research was conducted between January 2013 – September 2017. In this period, the daily wastewater inflow to the wastewater treatment plant and monthly sums of wastewater delivered by the sanitation fleet were evaluated. The average volume of the treated sewage was compared to the designed value. The average measured wastewater inflow in the research period was 1971.1 m³·d⁻¹ and constituted about 66% of the designed inflow to the wastewater treatment plant. Additionally, the percentage share of wastewater delivered by sanitation fleet was estimated in comparison to total amount of treated wastewater. The seasonal changes concerning the quantity of wastewater delivered by the sanitation fleet, resulting from the touristic characteristic of region was taken into account. The seasonal variation had an influence on increasing the percentage of wastewater from septic tanks, cesspools compared to wastewater from sewerage system. In the summer months (July, August), in the analysed period, the percentage share was from 17.1% to 19.9%. Significantly, the shares of the delivered wastewater by sanitation fleet in the summer period, compared to wastewater amount from the sewerage system, could cause technological problems as well as influence the treatment efficiency.

Keywords: wastewater, volume of wastewater, irregularity of wastewater inflow

WSTĘP

Dynamiczny rozwój sieci wodociągowej w ostatnich latach sprawia, że coraz więcej miejscowości wyposażanych jest w centralne układy wodociągowe [GUS 2016, Bergel i in. 2013]. Stały dostęp do bieżącej wody jest niezwykle ważny zwłaszcza dla miejscowości atrakcyjnych turystycznie. Wzrost dostępu do wody wpływa bezpośrednio na ilość powstających ścieków, które zgodnie z literą prawa powinny zostać zgromadzone i oczyszczone w miejscu powstania lub odprowadzone do zbiorczej oczyszczalni ścieków [Rozporządzenie Ministra Środowiska 2014]. Rozwój miejscowości turystycznych korzystny dla mieszkańców i budżetu gmin, nie zawsze pociąga za sobą wzrost nakładów na rozbudowę, modernizację oraz utrzymanie systemów sanitarnych [Bugajski 2009, Błażejowski i Mazurkiewicz 2007]. Jednym z istotnych problemów nie tylko małych, turystycznych miejscowości związanych z oczyszczaniem ścieków jest ich nierównomierny dopływ do oczyszczalni [Bugajski i Satora 2009]. Wiąże się to również ze zmiennym w czasie ładunkiem, który musi zostać zredukowany zanim ścieki będą mogły bezpiecznie zostać wprowadzone do odbiornika. Bardzo często wynikiem wysokiej nierównomierności dopływu ścieków do oczyszczalni jest obniżenie sprawności oczyszczania, które wynika z trudności adaptacji technologii do zmian wysokości doprowadzanego ładunku zanieczyszczeń [Kaczor 2011].

Gmina Sława, położona nad jeziorem Sławskim (największym w województwie) jest jednym z atrakcyjniejszych rejonów turystycznych w woj. lubuskim. Stanowi centrum turystyki nie tylko wodnej (między innymi sporty wodne, liczne szlaki kajakowe), ale również pieszej (zwarte kompleksy leśne, dobrze rozwinięta sieć szlaków turystycznych). Wiąże się to z napływem znacznej ilości turystów. W związku ze zwiększającą się liczbą turystów w okresie letnim następuje wzrost ilości odprowadzanych ścieków za pomocą taboru asenizacyjnego oraz siecią kanalizacyjną. Problemy wynikające z nierównomiernego zasilania oczyszczalni ściekami skłoniły autorów pracy to podjęcia tego zagadnienia.

CEL I ZAKRES PRACY

Podstawowym celem pracy była analiza nierównomierności dopływu i odpływu ścieków

z miejskiej oczyszczalni ścieków w Sławie z uwzględnieniem ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym w latach 2013-2017. W okresie tym, ocenie poddano dobowe dopływy i odpływy ścieków oraz ilości ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym w ujęciu miesiąca. Wyniki opracowano statystycznie określając podstawowe wielkości takie jak średnią, medianę, minimum i maksimum. Określono również współczynniki nierównomierności dopływu ścieków. W pracy ocenie poddano dodatkowo sezonową zmienność ilości ścieków doprowadzanych na oczyszczalnię będącą wynikiem wzmożonego ruchu turystycznego w okresie letnim.

CHARAKTERYSTYKA SIECI KANALIZACYJNEJ W SŁAWIE

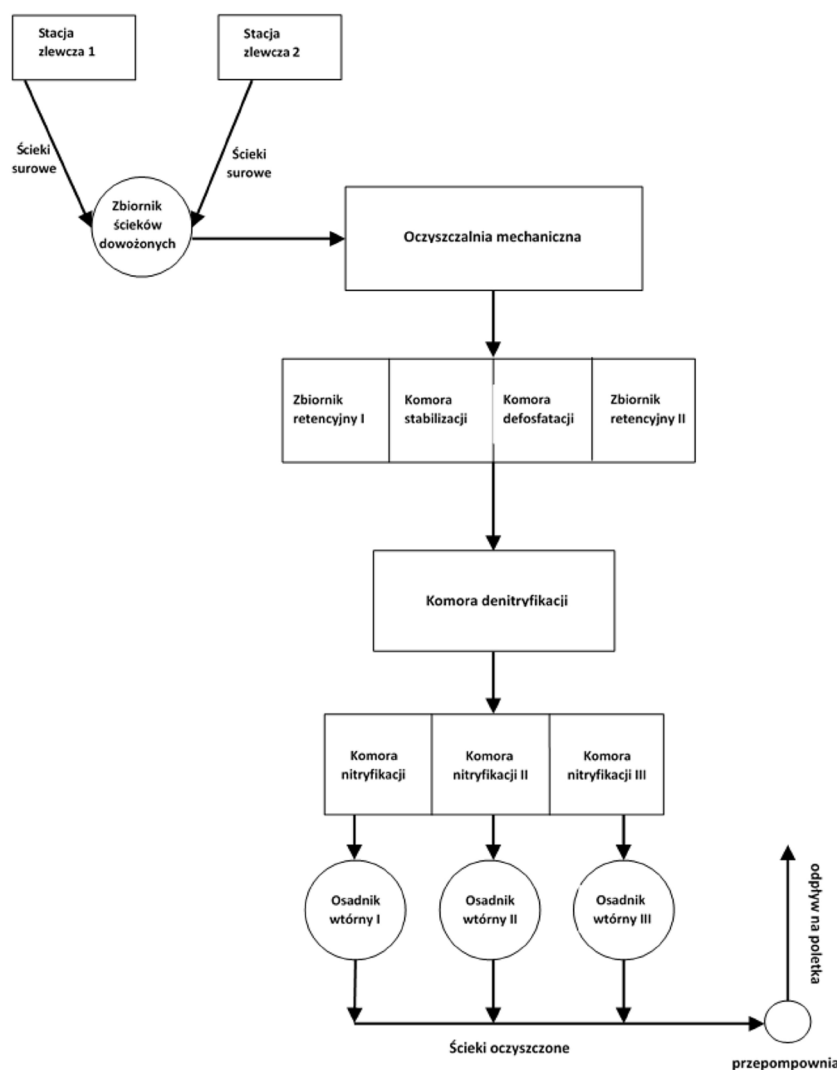
Ścieki poddawane oczyszczeniu w miejskiej oczyszczalni ścieków pochodzą z całego obszaru gminy Sława, która liczy sobie ok. 13 tys. mieszkańców ogółem. Ścieki komunalne z terenu miasta Sława z liczbą mieszkańców ok. 4,5 tys. oraz Lubogoszczy z liczbą mieszkańców ok. 300, odprowadzane są do oczyszczalni za pomocą systemu kanalizacji rozdzielczej. Średnica sieci kanalizacji grawitacyjnej waha się w przedziale od 160 do 500 mm, kanalizacja wykonana jest z materiału PCV, kamionki i żeliwa. Średnica kanalizacji ciśnieniowej waha się w przedziale od 50 do 400 mm i wykonana jest z materiału PE, PCW i żeliwa. Łączna długość sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej i tłocznej wynosi ok. 52 km. Kanalizacja w miejscowości Lubogoszcz została oddana do użytkowania w 2014 r. W najbliższych latach planowana jest budowa sieci kanalizacyjnej o długości ok. 91 km, w tym: ok. 52 km kanałów grawitacyjnych i 39 km rurociągów tłocznych oraz budowa 52 przepompowni ścieków, a także budowa 2 lokalnych punktów tłocznych w obszarze zlewni Krążkowo.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Analizowana oczyszczalnia przeznaczona jest do oczyszczania ścieków ze skanalizowanej części miasta Sława, strefy przemysłowej oraz ścieków z obszarów zabudowanych i niepodłączonych do kanalizacji. Istniejąca mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków w Sławie wybudowana została w latach 2006-2008. Do

oczyszczalni doprowadzane są ścieki komunalne systemem kanalizacji grawitacyjno-ciśnieniowej i ścieki produkcyjne z przemysłu przetwórstwa mięsnego. Część ścieków komunalnych dowożona jest z terenu nieobjętego systemem kanalizacji do punktu zlewnego na oczyszczalni ścieków przy pomocy wozów asenizacyjnych. Technologia oczyszczania ścieków oparta jest na pracy nisko obciążonego osadu czynnego w układzie przepływowym z wydzielonymi obiektami do prowadzenia strefowej biologicznej nityfikacji, denitryfikacji i defosfatacji. Ciąg technologiczny mechanicznego oczyszczania ścieków składa się z mechanicznej kraty gęstej, piaskownika napowietrzanego i łapacza tłuszczu. Na kanale omijającym kratę gęstą i piaskownik zainstalowana jest mechaniczna krata rzadka. Ścieki mechanicznie oczyszczone w maksymalnych dopływach do oczyszczalni, gromadzone są w wydzielonym zbiorniku retencyjnym (rysunek 1).

Biologiczne oczyszczanie ścieków realizowane jest w 3 równoległe działających komorach osadu czynnego z procesem nityfikacji, jednej wspólnej komory do denitryfikacji wstępnej i jednej wspólnej komory do biologicznej defosfatacji. Sedymentacja końcowa ścieków i osadów prowadzona jest w 3 osadnikach wtórnych o przepływie poziomo-pionowym. Osad biologiczny nadmierny wydzielony w osadnikach wtórnych stabilizowany jest w wydzielonej komorze stabilizacji osadu, a następnie odwadniany na prasie mechanicznej taśmowej. Ścieki dowożone przyjmowane są na oczyszczalni 2 wydzielonymi punktami zlewnymi ze zbiornikiem retencyjnym skąd przepompowywane są do kanału technologicznego kraty mechanicznej. Oczyszczone ścieki, przepompowywane są do odległego o ok. 8 km odbiornika, który stanowią pola filtracyjne w okolicy Nowego Strącza, podzielone na 24 kwatery o łącznej powierzchni 21 ha.



Rys. 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Sławie
Fig. 1. The technological scheme of wastewater treatment plant in Sława

ANALIZA I Dyskusja Wyników Badań

Ścieki poddawane oczyszczaniu w miejskiej oczyszczalni ścieków w Sławie stanowią mieszaną ścieków bytowych, przemysłowych oraz dowożonych taborem asenizacyjnym. Istniejąca oczyszczalnia zaprojektowana została na przepływy charakterystyczne wynoszące odpowiednio: średni $Q_{d\bar{s}}=3000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, w tym ok. $100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ stanowią ścieki dowożone, maksymalny $Q_{d\text{max}}=3600 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, maksymalny godzinowy $Q_{h\text{max}}=344 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Dodatkowo w czasie opadów deszczu do oczyszczalni notuje się dopływy wód obcych, które są wynikiem nieszczelności istniejącego systemu kanalizacyjnego. Powoduje to występowanie przypadków większej wartości dopływu ścieków niż ilości ścieków dopływających na oczyszczalnię. Wartości maksymalnych jak i średnich dobowych dopływów do oczyszczalni to jedne z ważniejszych parametrów projektowych i eksploatacyjnych oczyszczalni ścieków [Kłaczyński i Ratajczak 2012]. Przepływ średni dla zadanego okresu badawczego wyniósł $1971,1 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ i stanowił ok. 66% projektowanego przepływu.

Wyniki obserwacji w okresie 2013-2017 poddano analizie statystycznej. Wybrane wartości podstawowych statystyk opisowych przedstawiono w tabeli 1.

W latach 2013-2017 maksymalny dopływ ścieków do oczyszczalni osiągał wartość $3377 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, wartości takie obserwowane były w latach 2014 i 2016. Najniższe dopływy do oczyszczalni na poziomie $312,0 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ wystąpiły w 2015 r. Wielkości dopływu do oczyszczalni charakteryzują się rozkładem normlanym (w większości

przypadków widoczna lewostronna asymetria rozkładu tabela 1), a wartość dopływu najczęściej obserwowana w okresie badawczym kształtowała się w przedziale $2000-2500 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ (rys. 2). Obliczone wariancje oraz wartości odchylenia standardowego nie różnią się znacząco pomiędzy poszczególnymi latami obserwacji, wskazuje na to również niewielkie rozproszenie obserwowanych wartości dopływu ścieków do oczyszczalni wokół wartości średniej. W obserwowanych wynikach wartość kurtozy wskazuje również na znaczną koncentrację wyników obserwacji wokół wartości średniej.

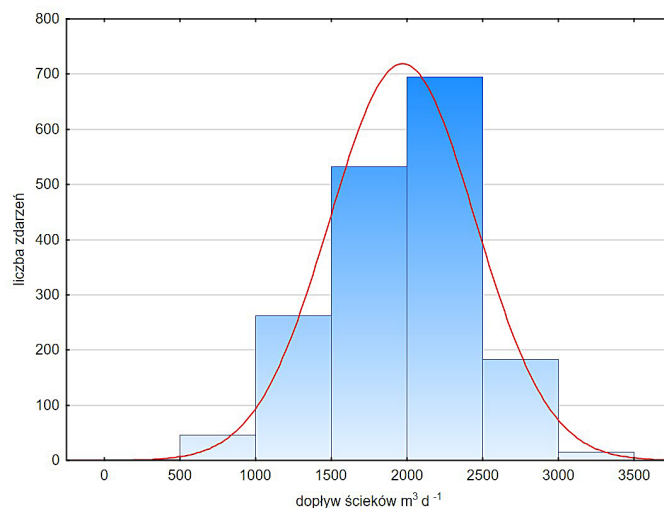
Zmienność dopływu ścieków do oczyszczalni określana jest przez współczynnik nierównomierności. Wartość współczynnika stanowi iloraz maksymalnego dobowego przepływu ścieków do średniego dobowego przepływu [Heidrich 1998]. Dla analizowanej oczyszczalni średni współczynnik nierównomierności (dla okresu badawczego 2013-2017) obserwowany był na poziomie $N_d=1,65$ (tab. 1). Obserwowany współczynnik nierównomierności dopływu zbliżony był do wartości wspomnianych w literaturze [Myszograj i Panek 2007, Młyński i in. 2016]. Współczynniki nierównomierności wyznaczone dla poszczególnych miesięcy obserwacji kształtowały się w zakresie 1,21-1,60. Największą nierównomierność obserwowano w miesiącach zimowych (styczeń, grudzień), co mogło być spowodowane napływem wód obcych [Bartkowska 2016, Bergel i in. 2017].

W analizowanym okresie badawczym zauważyć można wzrost średnich sum miesięcznych dopływów do oczyszczalni w okresie czerwiec-sierpień (z maksymalnymi sumami ścieków pod-

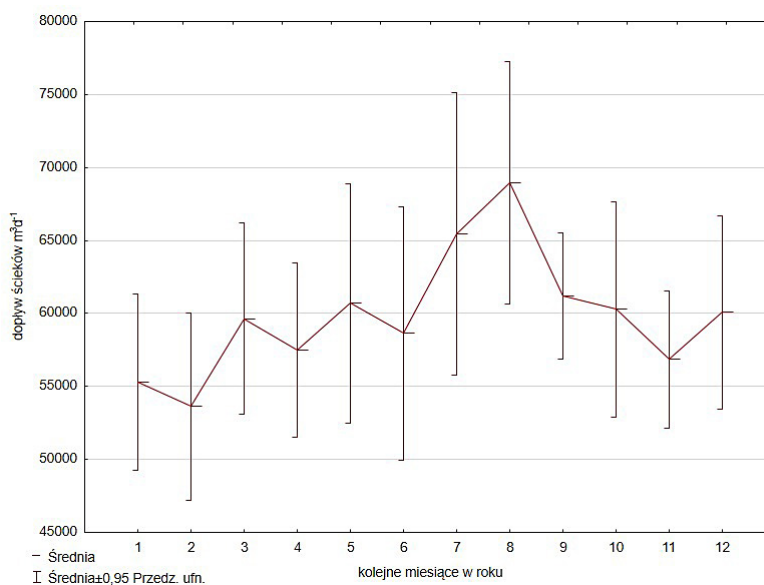
Tabela 1. Charakterystyka ścieków dopływających do oczyszczalni w latach 2013-2017-wybrane wartości statystyk opisowych

Table 1. Characteristic of wastewater inflowing to the wastewater treatment plant in 2013-2017-selected values of descriptive statistics

Wartość	Jednostka	Wartość przepływu w roku					
		2013	2014	2015	2016	2017	2013-2017
Maksymalny	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	3355,0	3377,0	2936,0	3377,0	3243,0	3377,0
Średni	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	1903,1	1942,6	1826,6	2066,4	2160,9	1971,1
Minimalny	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	667,0	710,0	312,0	635,0	744,0	312,0
Mediana	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	1911,0	2010,0	1877,0	2150,0	2240,0	2015,5
Wariancja	-	224257,1	199111,9	190124,1	238339,0	250789,3	231513,8
Odchylenie standardowe	-	473,5	446,2	436,0	488,2	500,8	481,1
Współczynnik skośności	-	0,17	-0,19	-0,53	-0,51	-0,43	-0,20
Kurtoza	-	0,06	0,262	0,09	-0,24	-0,30	-0,14
N_d	-	1,76	1,74	1,61	1,63	1,50	1,65



Rys. 2. Histogram dobowego dopływu ścieków
Fig. 2. Histogram of daily wastewater inflow



Rys. 3. Zmienność miesięcznych sum dopływów ścieków
Fig. 3. Variation of monthly wastewater inflows

dawanych oczyszczaniu notowanymi w sierpniu ($Q_{dmax} = 77250,7 \text{ m}^3$), a następnie stopniowy spadek ilości oczyszczanych ścieków (rys. 3).

Jest to związane ze wzmożonym ruchem turystycznym w okresie letnim, a wraz z nim ze wzrastającym udziałem ilości ścieków pochodzących z nieskanalizowanych budynków wykorzystywanych okresowo. Miejscowość Sława oraz okolice stanowią rejon atrakcyjny turystycznie, stąd też dynamiczny wzrost ilości osób odwiedzających ten obszar w okresie wakacyjnym. W tabeli 2 zestawiono wybrane wartości statystyk opisowych dotyczących ilości ścieków dowożonych w okresie 2013-2017 do oczyszczalni ścieków w Sławie.

Średnia miesięczna ilość ścieków dowożonych poddawana oczyszczeniu w analizowanym okresie wyniosła $7957,1 \text{ m}^3$ i była ponad dwukrotnie większa niż zakładana początkowo wartość ich dziennego dopływu. Maksymalna miesięczna wartość z wielolecia kształtowała się na poziomie $13328,3 \text{ m}^3$. Wielkości przyjmowanych ścieków dowożonych charakteryzują się rozkładem normalnym (z widoczną prawostronną asymetrią rozkładu tabela 2). Obliczone wartości miar rozstępu wskazują na nieznaczne rozproszenie pomierzonych wartości wokół wartości średniej. Minimalna miesięczna ilość ścieków dowożonych w analizowanym okresie wyniosła $4877,6 \text{ m}^3$. Średnie miesięczne

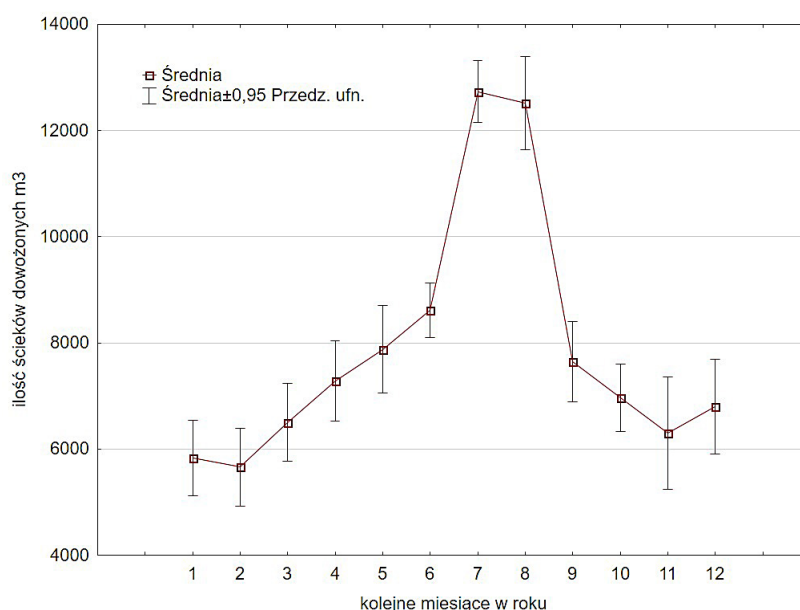
Tabela 2. Charakterystyka ścieków dowożonych do oczyszczalni w latach 2013-2017 - wybrane wartości statystyk opisowych

Table 2. Characteristic of wastewater transported by fleet sanitation to the wastewater treatment plant in 2013-2017 - selected values of descriptive statistics

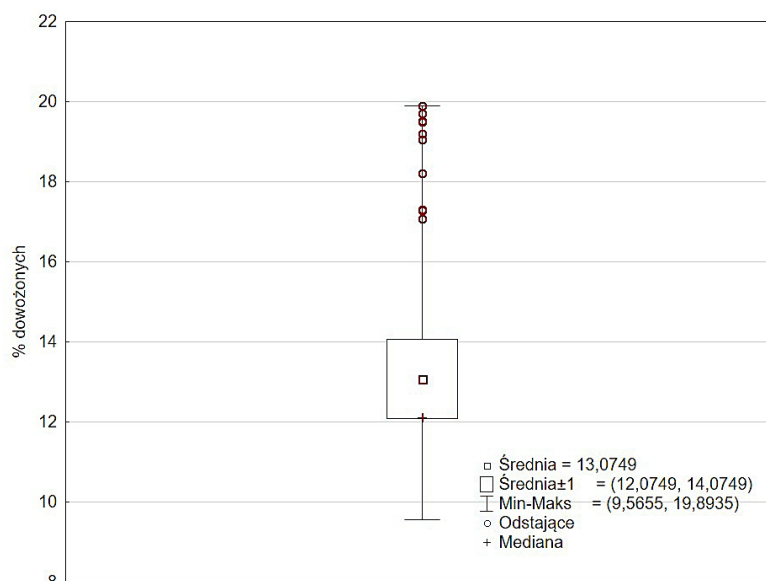
Wartość	Jednostka	Wartość przepływu w roku					
		2013	2014	2015	2016	2017	2013-2017
Maksymalny	m ³ mies. ⁻¹	13096,8	13328,3	12506,4	13123,1	13238,5	13328,3
Średni	m ³ mies. ⁻¹	7331,2	7860,7	7836,1	8122,5	8861,0	7957,1
Minimalny	m ³ mies. ⁻¹	4877,6	5323,6	5800,3	5713,2	6442,2	4877,6
Mediana	m ³ mies. ⁻¹	6385,0	7552,0	7125,2	7417,7	8318,7	7240,6
Wariancja	-	7096965	6479955	4371276	5398224	6049874	5676431
Odchylenie standardowe	-	2664,0	2545,6	2090,8	2323,4	2459,7	2382,5
Współczynnik skośności	-	0,64	0,64	0,64	0,64	0,72	1,2
Kurtozja		1,60	1,31	1,18	1,18	0,004	0,27
% udziału w całości	%	13,4	13,18	12,60	12,73	13,53	13,10

sumy ścieków dowożonych w poszczególnych latach mają zbliżone wartości i na tej podstawie trudno wnioskować o sezonowości zmian. Analizując poszczególne miesiące w roku wyraźnie zaznacza się tendencja wzrostowa ilości ścieków (rysunek 4). Najwyższy wzrost, o ponad 60% w stosunku do wartości poprzedniej obserwowany jest w lipcu i sierpniu. Następnie wartości dopływów ścieków związanych z pracą taboru asenizacyjnego sukcesywnie obniżają się. Obserwując średni roczny udział ilości ścieków dowożonych w stosunku do ilości ścieków poddanych oczyszczeniu, nie obserwowano wyraźnych zmian (tab. 2). W 5-cio letnim okresie

obserwacji procentowy udział ścieków dowożonych poddanych oczyszczeniu zmieniał się w przedziale 12,6 do 13,53%, ze średnią z całego okresu 13,1%. Wyraźne zmiany zaznaczają się podczas analizy poszczególnych miesięcy, dla których maksymalne wartości ścieków dowożonych poddanych oczyszczeniu występowały w każdym roku w miesiącu lipiec i sierpień (rys. 5). W miesiącach letnich procentowy udział ścieków dowożonych dla każdego obserwowanego roku był znacząco wyższy od wartości średniej. Najwyższe udziały ścieków dowożonych wystąpiły odpowiednio w lipcu i sierpniu 2013 r (19,9% oraz 19,7%).



Rys. 4. Zmienność miesięcznych ilości ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym w okresie badawczym 2013-2017
Fig. 4. Variation of monthly quantities of wastewater transported by the fleet sanitation in the research period 2013-2017



Rys. 5. Procentowy udział ścieków dowożonych w całkowitej ilości ścieków poddawanych oczyszczaniu w okresie badawczym 2013-2017

Fig. 5. Percentage of wastewater transported by fleet sanitation in the total volume of wastewater treated in research period 2013-2017

Oczyszczanie ścieków na terenach o walorach cennych turystycznie powinno być prowadzone ze szczególną uwagą. Charakterystyczny jest w takich przypadkach wzrost ilości dopływających ścieków związany z napływem turystów. W przypadku objęcia całego obszaru siecią kanalizacyjną możliwa jest pełniejsza kontrola sposobu postępowania ze ściekami. Niestety bardzo często obszary cenne krajobrazowo nie są wyposażone w pełni rozwiniętą sieć kanalizacyjną, dlatego też ścieki pochodzące z obiektów lotniskowych gromadzone są w zbiornikach bezodpływowych, a następnie wywożone i oczyszczane w lokalnych oczyszczalniach ścieków. Wielu autorów wskazuje, na problemy technologiczne jakie mogą wynikać podczas oczyszczania w konwencjonalnych układach zbyt dużej ilości ścieków gromadzonych w zbiornikach z brakiem odpływu [Pawęska i Bawiec 2015, Bugajski i Satora 2009]. Dlatego też zaleca się, określenie maksymalnej ilości ścieków dowożonych poddawanych oczyszczaniu wspólnie ze ściekami dopływającymi na oczyszczalnię. Przyjęte jest, że wartość maksymalna ilości ścieków dowożonych w stosunku do ilości dopływających powinna wynosić ok.10%. W przypadku oczyszczalni w Sławie wzmożony ruch turystyczny zwłaszcza w miesiącach letnich powoduje zaburzenie tych proporcji. Procentowy udział ścieków dowożonych w stosunku do dopływających siecią jest prawie

dwukrotnie wyższy niż zalecany w literaturze. Odnosząc się do położenia obiektu oraz rodzaju odbiornika (wody powierzchniowe na terenie cennym krajobrazowo) zagadnienie to wymaga dalszych obserwacji i badań.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych analiz i obserwacji sformułowano następujące wnioski:

1. Średni dopływ do oczyszczalni w zadanym okresie badawczym kształtował się na poziomie $1\,971,1\text{ m}^3\text{ d}^{-1}$ i stanowił ok. 66% projektowanego przepływu.
2. Obserwowana oczyszczalnia pracuje w warunkach niedociążania hydraulicznego. Zwiększenie ilości ścieków dowożonych oraz ilości ścieków przemysłowych w celu zminimalizowania efektów niedociążenia może spowodować problemy technologiczne i wpłynąć na sprawność oczyszczania.
3. Największe dopływy ścieków do oczyszczalni odnotowano w miesiącach letnich (lipiec sierpień) zarówno dla sieci kanalizacyjnej jak i taboru asenizacyjnego.
4. Najwyższy udział ścieków dowożonych w stosunku do ścieków doprowadzanych siecią (powyżej 19%) obserwowany był w każdorazowo w miesiącach letnich (lipiec, sierpień).

5. Dla analizowanej oczyszczalni średni współczynnik nierównomierności dopływu ścieków obserwowany był na poziomie $N_d = 1,65$ i był wartością porównywalną z danymi literaturowymi.

BIBLIOGRAFIA

1. Bartkowska I. 2016. Zmienność odpływu ścieków oczyszczonych. *Inżynieria Ekologiczna*, 48, 1-8.
2. Bergel T., Bugajski P., Pawełek J. 2013. Analysis of the sewage system expandability in Mściwojów commune. *Geomatics, Landmanagement and Landscape*, 2, 7-14.
3. Bergel, T. , Kaczor, G. , Kudlik, K. 2017. Analiza przyczyn nieuzasadnionego wzrostu natężenia przepływu ścieków w gminnej sieci kanalizacji sanitarnej. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 4, 181-184.
4. Błażejowski R., Mazurkiewicz J. 2007. Wybór małej oczyszczalni ścieków dla terenów niezurbanizowanych. *Gaz Woda i Technika Sanitarna* 1, 22-26.
5. Bugajski P. 2009. Zmienność ilości dopływających ścieków do oczyszczalni w Tęgoborzy. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 9, 23-32.
6. Bugajski P., Satora S. 2009. Bilans ścieków dopływających i dowożonych do oczyszczalni na przykładzie wybranego obiektu. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 5, 73-82.
7. GUS. 2016. Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polski, Główny Urząd Statystyczny.
8. Heidrich Z. 1998. *Przydomowe oczyszczalnie ścieków*, CIOB, Warszawa.
9. Kaczor G. 2011. Wpływ wiosennych roztopów śniegu na dopływ wód przypadkowych do oczyszczalni ścieków bytowych. *Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiectus*, 2, 27-34.
10. Kłaczyński K., Ratajczak P. 2012. Oczyszczalnia ścieków – bilans jakościowy i ilościowy. *Wodociągi – Kanalizacja*, 1, 33-34.
11. Młyński D., Chmielowski K., Młyńska A. 2016. Analysis of hydraulic load of a wastewater treatment plant in Jasło. *Journal of Water and Land Development*, 28(I-III), 61-67.
12. Myszograj S., Panek E. 2007. Bilansowanie ilości ścieków dopływających do oczyszczalni. *Gaz Woda i Technika Sanitarna*, 5, 9-12.
13. Pawęska K., Bawiec A. 2015. Analiza wybranych parametrów w ściekach bytowych dowożonych taborem asenizacyjnym do gminnej oczyszczalni. *Technologia Wody* 6(44), 104-108.
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz.U. 2014 poz. 1800.