

## WPŁYW OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA BILANS ŚCIEKÓW DOPŁYWAJĄCYCH I ODPLÝWAJĄCYCH Z KOMUNALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Katarzyna Pawęska<sup>1\*</sup>, Piotr Duda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

\* Autor do korespondencji: [katarzyna.paweska@upwr.edu.pl](mailto:katarzyna.paweska@upwr.edu.pl)

### STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące ilości i jakości ścieków dopływających i odpływających z komunalnej oczyszczalni ścieków w Głogówku w okresie z opadem deszczu i bezopadowym. Dla danych współczynników spływu określono ilości wód deszczowych prowadzonych kanalizacją ogólnospławną oraz zaproponowano rozwiązania mające na celu ograniczenie ilości wód opadowych zasilających oczyszczalnię. Obserwacje prowadzono w okresie 2015–2017. Ilość ścieków poddawanych oczyszczaniu wyniosła 884,6 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup>, a pomierzone wartości maksymalnego dopływu do oczyszczalni stanowiły 84,5% wartości projektowej. Skuteczność oczyszczania w całym okresie obserwacji była wysoka i wyniosła odpowiednio 96,8% dla zawiesiny ogólnej, 98% dla BZT<sub>5</sub> oraz 91,7% dla ChZT. Podczas trwania obserwacji nie zauważono wpływu zwiększonego dopływu wód deszczowych na jakość ścieków odprowadzanych do odbiornika. Poziom redukcji zanieczyszczeń w okresach zwiększonego dopływu ścieków kształtował się powyżej 90%. Zabiegi zwiększające retencyjność zlewni pozwalają ograniczyć dopływ wód opadowych o 41,3%.

**Słowa kluczowe:** bilans ścieków, wody opadowe, sprawność oczyszczania

## IMPACT OF PRECIPITATION ON THE BALANCE OF WASTEWATER TREATED IN MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT

### ABSTRACT

The paper presents the results of research on the quantity and quality of wastewater in municipal wastewater treatment plant in Głogówek in period with and without rainfall. For runoff coefficients, amount of rainwater collected with combined sewerage system was evaluated as well as solutions which could limited the rainwater collected by canalization were proposed. Observations were carried out in the period 2015–2017. The amount of wastewater treated in wastewater treatment plant in Głogówek was 884,6 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> and the maximum value of inflowing wastewater accounted 84,5% of the project value. The treatment efficiency in research period was high 96,8% for



SIEĆ NA RZECZ  
INNOWACJI W ROLNICTWIE  
I NA OBSZARACH WIEJSKICH



Krajowa Sieć  
Obszarów Wiejskich



Program  
Rozwoju  
Obszarów  
Wiejskich  
na lata 2014-2020

„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.

Artykuł opracowany na zlecenie Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie.

Artykuł współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach II Schematu Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020

– Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

total suspension, 98% for BOD<sub>5</sub> and 91,7% for COD respectively. During the observation period, the impact of increased inflow of rainwater on the outflow quality wasn't observed. The reduction of pollution level in period with increased wastewater inflow was above 90%. The treatments that increased retention of the catchment allow to reduce inflow of rainwater by 41,3%.

**Keywords:** wastewater balance, rainwater, treatment efficiency

## WPROWADZENIE

Prawidłowa praca oczyszczalni ścieków powinna zapewnić stałą jakość odpływających ścieków zgodnie z normami zawartymi w pozwoleniu wodnoprawnym lub Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego [RMŚ 2014, Prawo Wodne 2017]. Małe, gminne oczyszczalnie zwłaszcza na terenach wiejskich borykają się często z wysokimi zmianami obciążenia hydraulicznego począwszy od przeciążenia do niewystarczającej ilości ścieków poddawanych procesom oczyszczania [Bugajski 2009, Młyński i inn. 2017]. Często spotykanym problemem jest zbyt mała ilość nowych przyłączy kanalizacyjnych w przypadku gdy na terenie gminy rozbudowywana jest sieć kanalizacyjna. Skutkuje to, w dalszym ciągu zasilaniem małych oczyszczalni ściekami pochodzącymi z bezodpływowych zbiorników i przydomowych oczyszczalni ścieków [Bugajski, Satora 2009, Jeleń, Wyrwik 2003]. Nie tylko niski udział nowych przyłączy kanalizacyjnych ma wpływ na obniżenie ilości ścieków dopływających do oczyszczalni, również zmniejszenie ilości zużywanej wody w gospodarstwach domowych przekłada się bezpośrednio na ilość ścieków bytowych odprowadzanych do kanalizacji [Hotłoś 2010, Piasecki 2014]. Z redukcją ilości świeżych ścieków dopływających do oczyszczalni siecią kanalizacyjną na rzecz wzrostu objętości ścieków dowożonych, zmiana ulega jakość ścieków, które powinny zostać oczyszczone. Wzrostowi ulega zawartość materii organicznej niepodatnej na biologiczny rozkład, dostarczanej wraz ze ściekami dowożonymi, które bardzo często są przetrzymywane w zbiornikach przydomowych [Pawęska, Bawiec 2015].

Niewątpliwie rozwój cywilizacyjny postępujący w szybkim tempie powoduje wzrost pokrycia powierzchni pierwotnie przepuszczalnych, materiałami sztucznymi o większym współczynniku spływu powierzchniowego. Wynikiem takiej działalności jest wzrost udziału

wód deszczowych, obcych zasilających systemy kanalizacyjne i zwiększające w ten sposób objętość ścieków dopływających do oczyszczalni [Kaczor 2011, Ociepa 2011]. Dla miejscowości wyposażonych w kanalizację ogólnospławną staje się to poważnym problemem, który intensyfikuje się wraz ze wzrostem ilości przypadków opadów nawalnych. Wraz z opadami przechwytywanymi przez systemy kanalizacji ogólnospławnych i deszczowych do oczyszczalni ścieków doprowadzane są specyficzne zanieczyszczenia wynikające głównie z rodzaju powierzchni, z których następuje spływ [Ociepa i inn. 2009, Zawilski, Sakson 2013]. Zwiększona ilość wód opadowych dopływających do oczyszczalni może wpłynąć na temperaturę panującą w komorach reaktora i spowodować jej obniżenie nawet o kilka stopni, co w miesiącach zimowych może mieć znaczący wpływ na dynamikę zachodzenia procesów oczyszczania [Brzezińska 2011, Kaczor 2012].

Sytuacje te wpływają na nierównomierne obciążenie hydrauliczne oczyszczalni, przepełnienia kanałów burzowych, które w skrajnych przypadkach mogą odprowadzać mieszaninę ścieków komunalnych i opadowych bezpośrednio do odbornika lub generować awarie i lokalne podtopienia [Kuśnierz, Świerczek 2014, Mańkowska-Wróbel 2014]. Zagadnienia te spowodowały podjęcie przez Autorów pracy tej tematyki badawczej.

## CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Podstawowym celem prowadzonych badań było określenie wpływu opadów atmosferycznych na bilans ścieków dopływających i odpływających z komunalnej oczyszczalni ścieków w Głogówku w okresie 01.03.2015–31.11.2017 r. W tym celu analizie poddano sumy dobowe opadów atmosferycznych dla stacji Sukowice znajdującej się najbliższej analizowanego obiektu badawczego. Analizę ilości doprowadzanych wód opadowych gromadzonych na obszarze analizowanej zlewni (wyznaczonej w granicach sieci kanalizacji ogólnospławnej) przeprowadzano w

odniesieniu do dobowych ilości ścieków dopływających i odpływających w tym okresie z oczyszczalni. Wyniki opracowano statystycznie określając podstawowe wielkości takie jak średnią, medianę, minimum i maksimum. Na podstawie analizy składu fizykochemicznego ścieków oczyszczanych w oczyszczalni w Głogówku podjęto próbę określenia wpływu wód deszczowych na efekty prowadzonych procesów oczyszczania jak również poprzez modelowanie współczynników spływu (w przypadku zmiany rodzaju i wielkości powierzchni uszczelnionych) ocenie poddano ilości wód opadowych mogących dopływać do oczyszczalni w przypadku opadów. Analizę pokrycia terenu w zasięgu zlewni kanalizacji ogólnospławnej miasta wykonano narzędziami GIS w programie ArcMap.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Ścieki, które oczyszczane są w miejskiej oczyszczalni ścieków w Głogówku pochodzą z kanalizacji ogólnospławnej która obejmuje swoim zasięgiem miejscowości Głogówek oraz kanalizacji sanitarnej zbierającej ścieki z miejscowości Raclawice Śląskie, Dzierżysławice i Mochów (łącznie 16,8 km). Pozostali mieszkańcy wykorzystują przydomowe oczyszczalnie ścieków lub zbiorniki bezodpływowe, z których nieczystości dostarczane są taborem asenizacyjnym do oczyszczalni. Zakres zasięgu zlewni kanalizacji ogólnospławnej miasta dla której wyznaczono współczynniki spływu oraz pomierzono wielkości powierzchni spływu (tab. 1), przedstawiono na rysunku 1. Ścieki ze skanalizowanego obszaru doprowadzane są do oczyszczalni kolektorem o średnicy 600 mm oraz przez punkt zlewcy w przypadku ścieków dowożonych. Następnie mieszanina ścieków poddawana jest procesom oczyszczania na bloku mechanicznych w skład którego wchodzi: krata schodkowa, piaskownik z

przepływem poziomym oraz osadnik Imhoffa. Po mechanicznym oczyszczeniu, ścieki trafiają na złoża biologiczne oraz zblokowane z nimi osadniki wtórne. W ostatnim etapie oczyszczania ścieki trafiają do stawu stabilizacyjnego, a następnie odprowadzane są od odbiornika, rzeki Osobłogi [Operat 1996].

## WYNIKI I ANALIZA BADAŃ

Ścieki dopływające do oczyszczalni ścieków w Głogówku o maksymalnej projektowej przepustowości  $3100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , to ścieki bytowe (w przypadku pogody bezdeszczowej) oraz mieszanina ścieków bytowych oraz wód opadowych zbieranych przez kanalizację ogólnospławną. Średni pomierzony dopływ ścieków surowych do obiektu w analizowanym okresie kształtował się na poziomie  $884,6 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  i był zbliżony do wartości średniego dopływu obserwowanego w poszczególnych latach. Wartości średnich dopływów do oczyszczalni dla każdego roku obserwacji były wyższe od pomierzonych wartości na opływie (tab. 2, 3). Charakteryzowały się rozkładem normalnymi z prawostronną asymetrią. Wartości obliczonego odchylenia standardowego nie różniły się znacząco pomiędzy poszczególnymi latami obserwacji. W przypadku okresu obserwacji, dla żadnego ze zdarzeń nie odnotowano przekroczenia maksymalnej projektowanej przepustowości oczyszczalni. Pomierzona wartość maksymalnego dopływu do oczyszczalni stanowiła 84,5% wartości projektowej. Oczyszczalnia w całym okresie badawczym pracowała w warunkach niedociążenia hydraulicznego.

Charakterystyka opadów dla analizowanego obszaru została wykonana w oparciu o dane pozyskane dla państwowego monitoringu meteorologicznego IMGW-PIB (stacja Sukowice) znajdującej się najbliżej oczyszczalni. Lata obserwacji pod względem sumy opadów należało by zaliczyć do bardzo suchego (2015 r.), przeciętnego (2016 r.) oraz wilgotnego (2017 r.) [Kaczorowska 1962].

Najwyższe sumy miesięcznych opadów w okresie badawczym zaobserwowane zostały we wrześniu 2017 r. w wysokości 132,2 mm. W tym roku maksymalny dobowy dopływ do oczyszczalni równy  $1698 \text{ m}^3$  pomierzony został w pierwszych dniach września. Dla tego miesiąca odnotowano najwyższe w roku średnie przepływy ścieków (rys. 2). W 2016 r. najwyższa miesięcz-

**Tabela 1.** Powierzchnie i współczynniki spływu dla pokrycia zlewni

**Table 1.** Areas and runoff coefficients for catchment land cover

Powierzchnia	Obszar [ha]	Współczynnik spływu
Ulice	10,80	0,9
Dachy	21,90	0,95
Pozostałe	68,75	0,75
Suma	101,45	-



**Rys. 1.** Granice zasięgu kanalizacji ogólnospławnej wraz z charakterystyką powierzchni  
**Fig. 1.** Area of combined sewerage system with land cover characteristic

**Tabela 2.** Charakterystyka ilościowa ścieków dopływających do oczyszczalni w latach 2015–2017, wybrane wartości statystyk opisowych

**Table 2.** Quantitative characteristic of inflowing wastewater in 2015–2017, selected statistical values

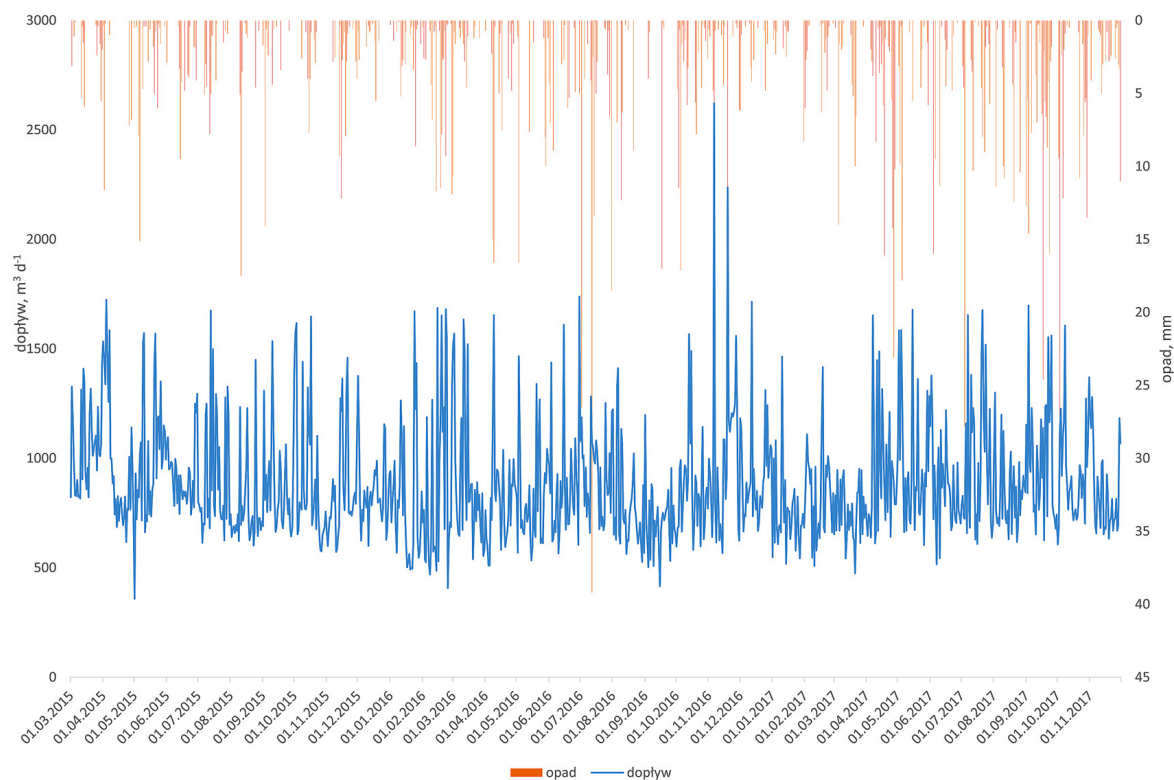
Wartość	Jednostka	Wartość przepływu w roku			
		2015	2016	2017	2015-2007
Maksymalny	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	1724,0	2622,0	1698,0	2622,0
Średni	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	912,0	862,7	883,5	884,6
Minimalny	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	358,0	407,0	474,0	358,0
Mediana	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	824,0	805,5	829,0	819,0
Wariancja	-	63275,8	82860,3	58364,9	69039,0
Odchylenie standardowe	-	251,5	287,8	241,6	262,7
Współczynnik skośności	-	1,11	1,78	1,22	1,43
Kurtoza	-	0,65	5,2	1,3	3,12

**Tabela 3.** Charakterystyka ilościowa ścieków odpływających z oczyszczalni w latach 2015–2017, wybrane wartości statystyk opisowych

**Table 3.** Quantitative characteristic of outflowing wastewater in 2015–2017, selected statistical values

Wartość	Jednostka	Wartość przepływu w roku			
		2015	2016	2017	2015-2007
Maksymalny	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	1653,0	2702,0	1713,0	2702,0
Średni	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	911,6	856,9	878,4	880,7
Minimalny	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	500,0	334,0	424,0	334,0
Mediana	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	813,5	731,0	790,0	783,5
Wariancja	-	77908,4	114442,3	61672,3	86140,5
Odchylenie standardowe	-	279,1	338,3	248,3	293,5
Współczynnik skośności	-	1,04	1,73	1,09	1,41
Kurtoza	-	0,06	3,43	0,59	2,28





**Rys. 2.** Zmiany ilości dopływających ścieków do oczyszczalni w Głogówku kanalizacją ogólnospławną oraz wysokość opadów w okresie badawczym 2015–2017

**Fig. 2.** Changes in wastewater inflow and precipitation values in research period 2015–2017

**Tabela 4.** Charakterystyka fizykochemiczna ścieków surowych i oczyszczonych w okresie badawczym 2015–2017, wybrane wartości statystyk opisowych

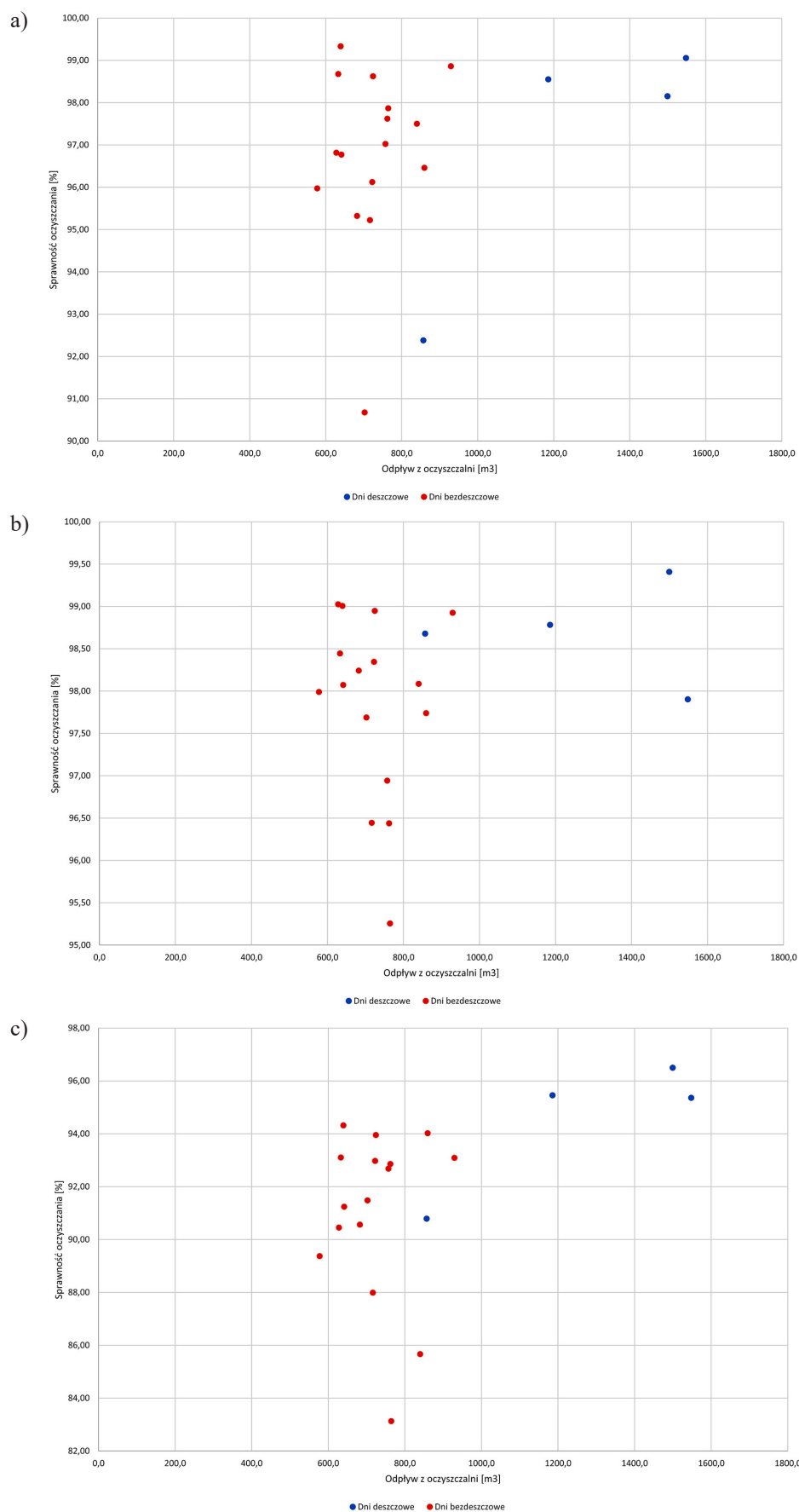
**Table 4.** Physicochemical characteristic of raw and treated wastewater in research period 2015–2017; selected statistical values

Wartość	Jednostka	Parametr zanieczyszczeń					
		Zawiesina		BZT <sub>5</sub>		ChZT	
		1	2	1	2	1	2
Maksymalny	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	1231,0	25,3	642,0	16,5	1530,0	123,0
Średni	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	362,5	9,8	432,8	8,1	1002,6	75,4
Minimalny	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	163,0	2,6	137,0	3,4	403,0	49,0
Mediana	m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>	315,0	9,3	399,5	6,6	975,0	74,5
Wariancja	-	48694,8	30,7	14142,9	16,2	86746,5	333,4
Odchylenie standardowe	-	220,7	5,5	118,9	4,02	294,5	18,2
Współczynnik skośności	-	3,5	1,03	-0,3	0,8	0,03	0,9
Kurtoza	-	13,9	1,8	0,6	-0,5	-0,2	1,4

na suma opadów zaobserwowana została w lipcu (116,3 mm), natomiast najwyższe średnie przepływy dla tego roku wystąpiły w listopadzie. Dla tego miesiąca pomierzony został również maksymalny dobowy dopływ w roku wynoszący 2622 m<sup>3</sup>. Rok 2015, określony jako rok bardzo suchy charakteryzował się najniższymi sumami opadów w odniesieniu do następnych lat obserwacji. Najwyższa miesięczna suma opadów rów-

na 51,7 mm wystąpiła w listopadzie, podczas gdy maksymalny dobowy ścieków do oczyszczalni w tym roku zanotowano w styczniu.

Zwiększone dopływy wód obcych do oczyszczalni mogą powodować rozcieńczenie ścieków oraz problemy z utrzymaniem stałego poziomu oczyszczania, co może przekładać się na uzyskiwane poziomy redukcji. Dlatego też w oparciu o parametry jakościowe ścieków



**Rys. 3.** Sprawność pracy oczyszczalni (a-zawiesina ogólna, b-BZT<sub>5</sub>, c-ChZT) w okresach pogody bezdeszczowej i napływu wód opadowych  
**Fig. 3.** Treatment efficiency (a-total suspension, b-BOD<sub>5</sub>, c-COD) in rainless period and with rainwater inflow

dopływających do oczyszczalni jak również odprowadzane do odbiornika zarówno w przypadku pogody bezdeszczowej oraz z chwilą wystąpienia opadów określono sprawność oczyszczania.

Próbki ścieków na podstawie, których wykonane zostały oznaczenia fizykochemiczne składu pobierane były zarówno w trakcie pogody bezdeszczowej oraz w chwili zwiększonego dopływu ścieków do oczyszczalni na skutek wystąpienia opadów. W oparciu o zmianę natężenia odpływu oraz parametry fizykochemiczne ścieków określono sprawność pracy oczyszczalni w odniesieniu do panujących warunków (rys. 3). Średnia sprawność oczyszczania wyznaczona dla zawiesiny ogólnej, BZT<sub>5</sub>, ChZT, na podstawie jakości ścieków doprowadzanych i odprowadzanych z oczyszczalni była w analizowanym okresie na wysokim poziomie, odpowiednio 96,8%, 98%, 91,7%. Podczas trwania obserwacji nie zauważono wpływu zwiększonego dopływu wód deszczowych na jakość ścieków odprowadzanych do odbiornika (rys. 3a-c). Dla każdej z próbek pobieranych w okresie zwiększonego dopływu poziom redukcji kształtował się powyżej 90%.

Na podstawie wyznaczonych granic zlewni jak również określonych współczynników spływu podjęto próbę symulacji zagospodarowania wód opadowych, które dostają się w zasięg oddziaływania kanalizacji ogólnospławnej. W początkowych krokach sprawdzono słuszność założenia współczynników spływu dla danych powierzchni (tab. 1). Na podstawie ilości dopływających ścieków oraz sprzedaży wody w okresie badawczym wyznaczono wielkość dopływu wód obcych do oczyszczalni. Porównano ją z obliczoną objętością wód opadowych zasilających kanalizację ogólnospławną przy założonych współczynnikach spływu (tabela 5). Uzyskane różnice mieściły się w granicach 0,1–0,5% co pozwoliło wnioskować o słuszności założeń. W celu zmniejszenia ilości wód deszczowych kierowanych przez kanały ogólnospławne do oczyszczalni zaproponowano rozwiązania mające na celu podczyszczenie i przekierowanie części wód opadowych do naturalnych obszarów retencyjnych jak również zaproponowano rozwiązania zatrzymujące wodę opadową w zlewni (np. zbiorniki retencyjne) [Królikowski, Królikowska 2009]. W przeprowadzonych obliczeniach zmianie poddano jedynie rodzaj powierzchni (rozszczelnienie) nie zmieniając jej wielkości. Obliczenia wykonano dla zmienionych współczynników odpowiednio

**Tabela 5.** Redukcja dopływu wód deszczowych [%] na skutek wprowadzenia rozwiązań retencyjnych

**Table 5.** Reduction of rainwater inflow [%] as a results of retention changes

Rok	Dopływ wód opadowych [m <sup>3</sup> ]	Dopływ po zastosowaniu rozwiązań retencyjnych [m <sup>3</sup> ]	Redukcja dopływu [%]
2016	51 467,6	30 201,7	41,3
2017	60 258,9	35 360,5	

0,5 dla dachów, 0,9 dla ulic, 0,4 dla pozostałych powierzchni. Symulację wykonano dla lat 2016-2017. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 5.

W przypadku zastosowania intensywnych zabiegów zwiększających retencyjność zlewni można zredukować dopływ wód opadowych nawet o 40%, co w rezultacie może spowodować zmniejszenie nierównomierności i wzrost stabilności prowadzonych procesów oczyszczania oraz wyrównanie obciążenia hydraulicznego oczyszczalni.

## WNIOSKI

Stabilne warunki pracy oczyszczalni są istotne nie tylko pod względem jakości doprowadzanych ścieków ale również ich ilości. Oczyszczalnie na terenach wiejskich pracują w skrajnych warunkach, od przeciążenia hydraulicznego poprzez znaczący udział ilości ścieków dowożonych, które mogą wpływać destabilizująco na przebiegające procesy.

Na podstawie badań, obserwacji i wykonanych symulacji sformułowano następujące wnioski:

1. Oczyszczalnia ścieków w Głogówku wykazuje się bardzo wysoką skutecznością pracy pomimo niedociążenia hydraulicznego.
2. Dopływ wód opadowych odbieranych kanalizacją ogólnospławną powodował wzrost ilości ścieków poddawanych oczyszczaniu.
3. Sprawność oczyszczania w okresach występowania opadów (zwiększonego dopływu do oczyszczalni) utrzymywała się na wysokim poziomie (powyżej 90%) dla zawiesiny ogólnej, BZT<sub>5</sub>, ChZT.
4. Redukcja współczynnika spływu poprzez zastosowanie rozwiązań zwiększających retencję zlewni spowodowałyby ograniczenie dopływu wód opadowych do oczyszczalni o

41,3%. Może to się przełożyć na ograniczenie zjawiska rozcieńczania ścieków w przypadku intensywnych opadów deszczu, a rezultacie wpływać na bardziej stabilną pracę układu oczyszczającego ścieki.

## BIBLIOGRAFIA

1. Brzezińska A. 2011. Zmiany temperatury ścieków ogólnospławnych na podstawie pomiarów on-line, *Inżynieria Ekologiczna*, 26, 290-302.
2. Bugajski P. 2009. Zmienność ilości dopływających ścieków do oczyszczalni w Tęgoborzy, *Infrastruktura i Ekologia Obszarów Wiejskich*, 9, 23-32.
3. Bugajski P., Satora S. 2009. Bilans ścieków dopływających i dowożonych do oczyszczalni na przykładzie wybranego obiektu, *Infrastruktura i Ekologia Obszarów Wiejskich*, 5, 73-82.
4. Hotłoś H. 2010. Badania zmian poboru wody w wybranych miastach Polski w latach 1990–2008, *Ochrona Środowiska*, 3(32), 39-42.
5. Jeleń U., Wyrwik S. 2003. Wpływ ścieków dowożonych beczkowozami na prawidłową pracę małej oczyszczalni ścieków na podstawie eksploatacji oczyszczalni w Trzebini-Sierszy, *Forum Eksploatatora*, 3(12), 5-8.
6. Kaczor G. 2011. Wpływ wiosennych roztopów śniegu na dopływ wód przypadkowych do oczyszczalni ścieków bytowych, *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 10(2), 27–34.
7. Kaczor G. 2012. Oddziaływanie wód przypadkowych na stężenie związków biogenych w ściekach surowych i oczyszczonych podczas pogody mokrej, *Infrastruktura i Ekologia Obszarów Wiejskich*, 3(IV), 179-191.
8. Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Polska Akademia Nauk, Prace Geograficzne nr 33*, Warszawa.
9. Królikowski A., Królikowska J. 2009. Ocena wpływu współczynników spływu i opóźnienia na przepływy obliczeniowe w sieci kanalizacji deszczowej, *Rocznik Ochrony Środowiska*, 11, 163-170.
10. Kuśnierz M., Świerczek E. 2014. Infrastruktura krytyczna a niezawodność systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków w niekorzystnych warunkach pogodowych, *Infrastruktura i Ekologia Obszarów Wiejskich*, 1, 125-135.
11. Mańkowska-Wróbel L. 2014. Podstawowe problemy gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenach zurbanizowanych, *Prace naukowe Akademii im. J. Długosza w Częstochowie. Pragmata tes Oikonomias*, 1(8), 209-220.
12. Młyński D., Chmielowski K., Młyńska A. 2017. Analiza zmienności ilościowej ścieków dopływających do wybranych oczyszczalni powiatu sanockiego, *Acta Sci. Pol. Formatio Circumiectus* 16 (1), 77–90.
13. Ociepa E. 2011. Ocena zanieczyszczenia ścieków deszczowych trafiających do systemów kanalizacyjnych, *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 14(4), 357-364.
14. Ociepa E., Kisiel A., Lach J. 2009. Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami ścieków deszczowych z sieci kanalizacyjnych, *Proceedings of ECOpole*, 3(1), 15-20.
15. Operat wodno-prawny na eksploatację urządzeń oczyszczalni ścieków, *Głogówek*.
16. Pawęska K., Bawiec A. 2015. Analiza wybranych parametrów w ściekach bytowych dowożonych taborem asenizacyjnym do gminnej oczyszczalni, *Technologia Wody*, 6(44), 104-108.
17. Piasecki A. 2014. Wpływ zmian jednostkowego zużycia wody na funkcjonowanie systemu wodno-kanalizacyjnego w miastach Polski w latach 1998–2012, *Logistyka-Nauka* 4, 4784-4789.
18. Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. (z późn. zmianami) 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.
19. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo Wodne, *Dz.U.* 2017, poz.1566.
20. Zawilski M., Sakson G. 2013. Ocena emisji zawieszin odprowadzanych kanalizacją deszczową z terenów zurbanizowanych, 35(2), 33-40.