



## **ANALIZA ZMIENNOŚCI DOPŁYWU ŚCIEKÓW DO OCZYSZCZALNI DLA AGLOMERACJI DĘBICA**

**Krzysztof Chmielowski, Piotr Bugajski, Ewa Wąsik, Agnieszka Cupak**  
*Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie*

### **ANALYSIS OF SEWAGE INFLOW VARIABILITY TO A SEWAGE TREATMENT PLANT FOR THE AGGLOMERATION OF DĘBICA**

#### ***Streszczenie***

W pracy dokonano analizy zmienności dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy. W tym celu określono podstawowe statystyki opisowe dotyczące dopływu ścieków do oczyszczalni: wartość średnia ( $Q_{\text{dśr}}$ ), mediana ( $M_0$ ), wartość minimalna ( $Q_{\text{dmin}}$ ), wartość maksymalna ( $Q_{\text{dmax}}$ ), odchylenie standardowe ( $\sigma$ ), współczynnik zmienności ( $V_{\text{zm}}$ ), rozstęp ( $R_0$ ). Określono histogram liczby dopływów ścieków do oczyszczalni dla zadanych przedziałów obserwacji. Zestawiono szczegółowe dobowe dopływy ścieków surowych do oczyszczalni w Dębicy w latach 2009–2015 na tle wartości dopuszczalnej z pozwolenia wodno-prawnego oraz wartości średniej. Zestawiono średnie dobowe wartości przepływów ścieków dla poszczególnych miesięcy roku dla okresu 2009–2015. Dokonano zestawienia średnich dobowych przepływów ścieków w poszczególnych latach badanego okresu. Zestawiono średnie dobowe wartości przepływów ścieków w poszczególnych dniach tygodnia dla okresu 2009–2015. Ponadto pozyskano dane opadowe ze stacji w Tarnowie (najbliższa stacja opadowa od badanego obiektu) i na tej podstawie określono średnie wartości dobowego opadu atmosferycznego dla poszczególnych miesięcy w latach 2009–2015. Następnie dokonano podziału dób okresu badawczego ze względu na wielkość opadów atmosferycznych na 7 zasadniczych grup. Określono wpływ opadów atmosferycznych na ilość ścieków

dopływających do badanego obiektu. Stwierdzono znaczący wpływ opadów atmosferycznych na dopływ ścieków do oczyszczalni w Dębicy.

**Słowa kluczowe:** ścieki bytowe, dopływ ścieków, oczyszczalnia ścieków

### ***Abstract***

*The paper analyzes the variability of sewage inflow to a treatment plant in Dębica. For this purpose, the following basic descriptive statistics of the sewage inflow to the treatment plant were determined: mean value ( $Q_{dm}$ ), median ( $M_o$ ), minimum value ( $Q_{dmin}$ ), maximum value ( $Q_{dmax}$ ), standard deviation ( $\sigma$ ), coefficient of variation ( $V_{zm}$ ), range ( $R_o$ ). Histogram of a number of sewage inflows to the treatment plant for the specified observation intervals was determined. Detailed diurnal raw sewage inflows to the treatment plant in Dębica were summarized for the period of 2009-2015 compared to the limit value specified by the water-legal permit and the to the mean value. Mean diurnal sewage flow values for individual months from the period of 2009-2015 were also summarized. Mean diurnal sewage flows in individual years of the studied period, as well as mean diurnal sewage flow values in each day of the week were compared. Moreover, runoff data were obtained from the Tarnów station (the nearest rainfall station to the studied facility) and on this basis mean values of diurnal precipitation for individual months in the period of 2009-2015 were determined. Subsequently, the days of the study period were divided into 7 major groups based on the amount of atmospheric precipitation. The effect of precipitation on the amount of sewage flowing into the studied facility was examined and it was found that the precipitation has a significant effect on the sewage inflow to the treatment plant in Dębica.*

**Key words:** domestic sewage, hydraulic load, sewage treatment plant

### **WSTĘP**

Gospodarka wodno-ściekowa stanowi istotny element w kształtowaniu się jakości wód powierzchniowych i podziemnych. Jest na tyle ważnym problemem, że został opisany w dokumentach Unii Europejskiej, które z kolei mają przełożenie na dokumenty krajowe. W Polsce jednym z ważniejszych jest Dyrektywa ściekowa (Dyrektywa 1991) w oparciu, o którą zostały odpowiednio dostosowane dokumenty niższej rangi (Ustawa 2001). Dokumentami wykonawczymi do Ustaw są Rozporządzenie (2014a) w zakresie jakości ścieków jakie mogą być odprowadzane do wód i do ziemi oraz Rozporządzenie (2014b) w sprawie sposobu wyznaczania obszaru i granic aglomeracji. Również bar-

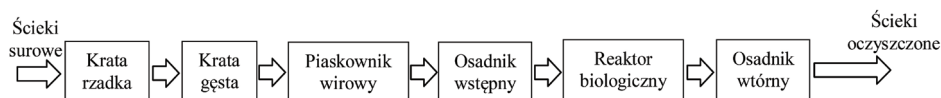
dzo istotnym dokumentem dla zarządzania gospodarką wodno-ściekową jest Krajowy Program Oczyszczania ścieków Komunalnych (2003), który miał kilka aktualizacji, a w 2015 roku został opracowany Master Plan. Znajduje się w nim zapis, że aglomeracje, których równoważna liczba mieszkańców (RLM) wynosi co najmniej 2 000 muszą być wyposażone w systemy kanalizacji zbiorczych, zakończonych oczyszczalniami ścieków (Miernik i Młyński 2014a; Miernik i Młyński 2014b; Chmielowski i in. 2015). W dokumencie tym jest wiele istotnych informacji na temat aglomeracji wyposażonych w systemy kanalizacyjne zakończone zbiorczą oczyszczalnią ścieków. Jednym z elementów przedstawiona jest przepustowość projektowana i rzeczywista oczyszczalni ścieków. Jest to zagadnienie bardzo istotne z punktu widzenia eksploatacji potencjalnej oczyszczalni ścieków (Kaczor 2011). Odpowiednie wymiarowanie sieci kanalizacyjnej zależy głównie od poprawnego ustalenia potrzeb wodnych człowieka (Bergel i Pawełek 2005, Chotkowski i Lis 2006). Przeciążenie oczyszczalni lub jej niedociążenie może niekorzystnie wpływać na procesy oczyszczania ścieków, a co za tym idzie może doprowadzić do pogorszenia jakości ścieków odprowadzanych do odbiornika. Zwiększona ilość ścieków dopływających do oczyszczalni może być spowodowana także czynnikami takimi jak mechaniczne uszkodzenie przewodów kanalizacyjnych lub ich nieuszczelnności, powodujące dopływ wód infiltracyjnych (Kaczor 2009, Kaczor i Przebinda 2009). Dopływające wody obce do sieci kanalizacyjnej, w skrajnych przypadkach, powodują nawet pięciokrotny wzrost średniego dobowego dopływu ścieków do oczyszczalni (Kaczor i Pawełek 1999). Należy mieć na uwadze, że poprawna praca oczyszczalni ścieków jest w dużej mierze uzależniona od jej obciążenia hydraulicznego.

Celem pracy jest określenie zmienności dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy. Okres badań obejmuje lata 2009-2015. Do analizy posłużono się dopływami dobowymi ścieków. Określono podstawowe statystyki opisowe dotyczące dopływu ścieków do oczyszczalni: wartość średnia ( $Q_{\text{dśr}}$ ), mediana ( $M_o$ ), wartość minimalna ( $Q_{\text{dmin}}$ ), wartość maksymalna ( $Q_{\text{dmax}}$ ), odchylenie standardowe ( $\sigma$ ), współczynnik zmienności ( $V_{\text{zm}}$ ), rozstęp ( $R_o$ ). Powyższe statystyki opisowe określono dla poszczególnych lat z osobna oraz łącznie dla całego okresu badawczego. Określono wpływ opadu atmosferycznego na wielkość dopływu ścieków do badanego obiektu.

## **OPIS OBIEKTU BADAŃ**

Po raz pierwszy oczyszczalnię uruchomiono w 1995 roku. Obecnie obsługuje ona Dębicę oraz pobliskie miejscowości: Latoszyn, Podgrodzie, Pustynię, Kozłów oraz Kędzierz. Ścieki oczyszczone w oczyszczalni w Dębicy odprowadzane są do odbiornika na podstawie pozwolenia wodno-prawnego o znaku ŚR-III-3-6811/38/03/04 r. wydane przez Wojewodę Podkarpackiego

w dniu 30.04.2004 r. Odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest rzeka Wisłoka (ciek II rzędu), która jest dopływem Wisły. Pozwolenie wodno-prawne ważne jest do 31. 12. 2020 roku. Liczba rzeczywistych mieszkańców w aglomeracji wynosi 46 268 osób, liczba mieszkańców korzystających z systemu kanalizacyjnego to 44 738 osób a liczba mieszkańców obsługiwanych przez tabor asenizacyjny to 1530 osób. Długość sieci kanalizacyjnej w aglomeracji wynosi 164 km. Jest to sieć rozdzielcza odprowadzająca ścieki bytowe w układzie grawitacyjnym. W aglomeracji jest również sieć kanalizacji deszczowej o długości 248 km ale nie jest ona podłączona do badanej oczyszczalni. Na rycinie 1 przedstawiono uproszczony schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Dębicy. Zasadniczym obiektem oczyszczalni jest reaktor biologiczny. Oczyszczone ścieki można odprowadzać do wód w ilości:  $Q_{\max d} = 24\,150\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ,  $Q_{\text{śrd}} = 21\,000\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ,  $Q_{\max h} = 2\,010\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ .



**Rysunek 1.** Uproszczony schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Dębicy  
**Figure 1.** Simplified flow diagram of the sewage treatment plant in Dębica

## METODYKA BADAŃ

W pracy określono zmienność dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy. Wyznaczono podstawowe statystyki opisowe dotyczące dopływu ścieków do oczyszczalni: wartość średnią ( $Q_{\text{śrd}}$ ), medianę ( $M_o$ ), wartość minimalną ( $Q_{\text{dmin}}$ ), wartość maksymalną ( $Q_{\text{dmax}}$ ), odchylenie standardowe ( $\sigma$ ), współczynnik zmienności ( $V_{\text{zm}}$ ), rozstęp ( $R_o$ ). Przedstawiono histogram dopływów ścieków do oczyszczalni dla zadanych przedziałów obserwacji. Zestawiono szczegółowe dobowe dopływy ścieków surowych do oczyszczalni w Dębicy w latach 2009-2015 na tle wartości dopuszczalnej z pozwolenia wodno-prawnego oraz wartości średniej. Zestawiono średnie dobowe wartości przepływów ścieków dla poszczególnych miesięcy roku dla okresu 2009-2015. Dokonano zestawienia średnich dobowych przepływów ścieków w poszczególnych latach badanego okresu. Zestawiono średnie dobowe wartości przepływów ścieków w poszczególnych dniach tygodnia dla okresu 2009-2015. Ponadto pozyskano dane opadowe ze stacji w Tarnowie (najbliższa stacja opadowa od badanego obiektu) i na tej podstawie określono średnie wartości dobowego opadu atmosferycznego dla poszczególnych miesięcy w latach 2009-2015. Następnie dokonano podziału dób okresu badawczego ze względu na wielkość opadów atmosferycznych na 7 zasadniczych grup:

- grupa „A” – doby bez opadu deszczu,

- grupa „B” – doby z opadem deszczu poniżej 5 mm·d<sup>-1</sup>,
- grupa „C” – doby z opadem deszczu powyżej 5 mm·d<sup>-1</sup> a poniżej 10 mm·d<sup>-1</sup>,
- grupa „D” – doby z opadem deszczu powyżej 10 mm·d<sup>-1</sup> a poniżej 15 mm·d<sup>-1</sup>,
- grupa „E” – doby z opadem deszczu powyżej 15 mm·d<sup>-1</sup> a poniżej 20 mm·d<sup>-1</sup>,
- grupa „F” – doby z opadem deszczu powyżej 20 mm·d<sup>-1</sup> a poniżej 25 mm·d<sup>-1</sup>,
- oraz grupa „G” – doby z opadem deszczu powyżej 25 mm·d<sup>-1</sup>.

Na tej podstawie dokonano określenia zależności dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy od intensywności opadu deszczu.

## ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ I DISKUSJA

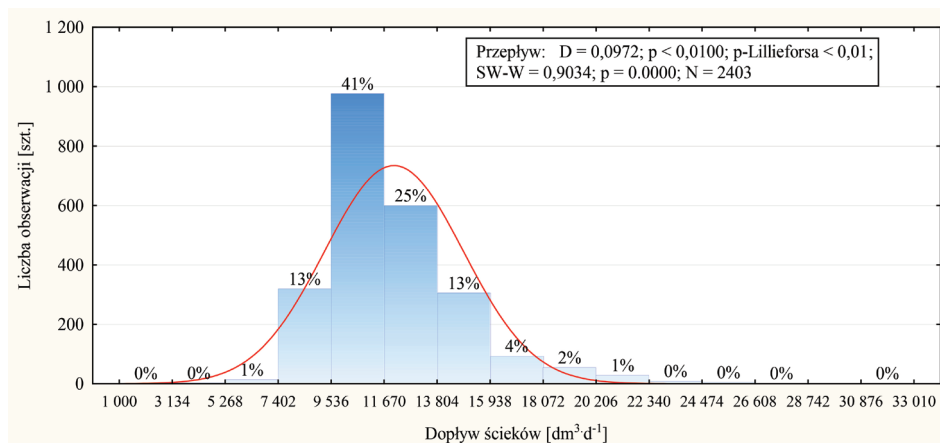
W pierwszej kolejności przedstawiono w tabel 1 podstawowe statystyki opisowe dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy.

**Tabela 1.** Podstawowe statystyki opisowe dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy  
**Table 1.** Basic descriptive statistics of sewage inflow to the treatment plant in Dębica

| Parametr dopływu ścieków |            |                                 | Wartość parametru |          |          |          |          |          |          |           |
|--------------------------|------------|---------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Nazwa                    | Symbol     | Jedn.                           | 2009              | 2010     | 2011     | 2012     | 2013     | 2014     | 2015     | 2009-2015 |
| Dopływ dob. max.         | $Q_{dmax}$ | m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> | 22 148,0          | 33 010,0 | 18 770,0 | 17 110,0 | 21 850,0 | 25 670,0 | 19 900,0 | 33 010,0  |
| Dopływ dob. średni       | $Q_{dśr}$  | m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> | 10 339,3          | 14 949,7 | 11 811,6 | 9 632,2  | 11 947,7 | 11 590,0 | 12 765,4 | 12 008,2  |
| Dopływ dob. min          | $Q_{dmin}$ | m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> | 4 045,0           | 9 140,0  | 8 410,0  | 5 250,0  | 7 130,0  | 8 190,0  | 9 470,0  | 4 045,0   |
| Odch. stand.             | s          | m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> | 7 228,2           | 3 456,8  | 1 849,5  | 1 431,3  | 2 575,7  | 2 209,8  | 1 807,3  | 2 775,8   |
| Wsp. zmienn.             | $V_s$      | -                               | 0,70              | 0,23     | 0,16     | 0,15     | 0,22     | 0,19     | 0,14     | 0,23      |
| Mediana                  | $M_o$      | m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> | 7 900,0           | 14 170,0 | 11 680,0 | 9 470,0  | 10 990,0 | 11 150,0 | 12 390,0 | 11 350,0  |
| Rozstęp                  | R          | m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> | 18 103,0          | 23 870,0 | 10 360,0 | 11 860,0 | 14 720,0 | 17 480,0 | 10 430,0 | 28 965,0  |
| Wsp. nierów. max.        | $N_{dmax}$ | -                               | 2,14              | 2,21     | 1,59     | 1,78     | 1,83     | 2,21     | 1,56     | 2,75      |
| Wsp. nierów. min.        | $N_{dmin}$ | -                               | 0,39              | 0,61     | 0,71     | 0,55     | 0,60     | 0,71     | 0,74     | 0,34      |
| Liczba próbek            | N          | szt.                            | 365               | 365      | 365      | 366      | 365      | 365      | 212      | 2 403     |

Na podstawie danych zawartych w tabeli 1 można zauważyć dużą zmienność wartości dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy w całym okresie badawczym. Przepływ średni ścieków w całym wieloleciu 2009-2015 wyniósł  $12\,008,2\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$  i stanowił 57,2% przepływu projektowanego ( $Q_{\text{srđ}}=21\,000\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ). Zatem oczyszczalnia ścieków w Dębicy może pracować na znacznie większe obciążenie hydrauliczne niż obecne a co za tym idzie może nastąpić rozbudowa istniejącego systemu kanalizacyjnego i podłączanie do niego nowych użytkowników. Niedociążenia hydrauliczne oczyszczalni są zjawiskiem często występującym o czym świadczą prace innych autorów (Bugajski 2009, Bugajski i Ślizowski 2006). W rozbiciu na poszczególne lata najwyższy średni przepływ dobowy ścieków był dla roku 2010 ( $Q_{\text{dśr}}=14\,949,7\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ) oraz maksymalny dobowy ( $Q_{\text{dmax}}=33\,010,0\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ). Przyczyną tak wysokich wartości były intensywne opady atmosferyczne, które w okresie od maja do sierpnia 2010 roku doprowadziły do kilku następujących po sobie powodzi. Obserwuje się skrajnie niskie wartości dopływu ścieków na poziomie  $4045,0\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ , które wystąpiły w okresie bezdeszczowym. O dużej zmienności dopływu ścieków do badanego obiektu świadczy wysoka wartość rozstępu (dla badanego wielolecia  $R=28\,965,0\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ). Ponadto określono współczynniki nierównomierności dopływu ścieków do badanego obiektu. Maksymalny współczynnik nierównomierności dobowej ukształtował się dla wielolecia na poziomie 2,75. Biorąc pod uwagę wartości z innych opracowań (Miernik Młyński 2014a, 2014 b) jest to wartość duża.

W dalszej kolejności na rycinie 2 przedstawiono histogram dopływów ścieków do oczyszczalni w Dębicy.

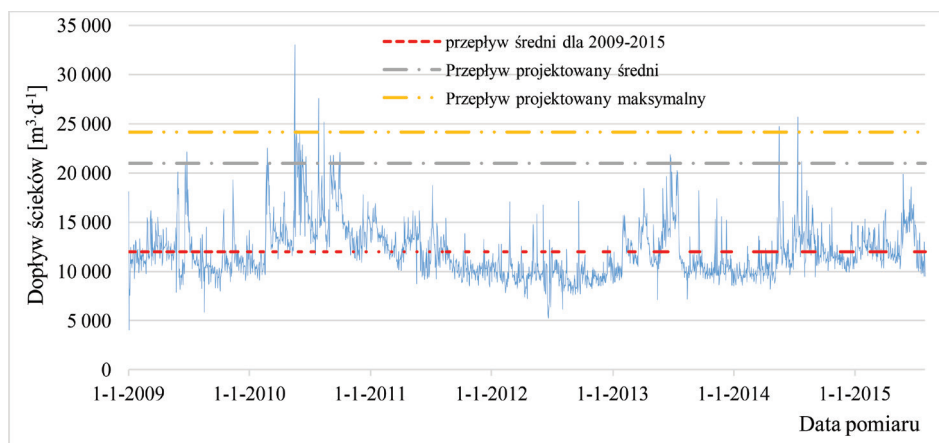


**Rysunek 2.** Histogram dopływów ścieków do oczyszczalni w Dębicy

**Figure 2.** Histogram of sewage inflow to the treatment plant in Dębica

Na podstawie danych zawartych na rycinie 2 można stwierdzić że dopływ ścieków do oczyszczalni w Dębicy może być opisany rozkładem normalnym o czym świadczą niskie wartości prawdopodobieństwa testowego nie przekraczającego wartości 0,05. Najczęściej występującym przedziałem wartości był zakres od  $9\,536\text{ m}^3\text{d}^{-1}$  do  $11\,670\text{ m}^3\text{d}^{-1}$  gdzie zaobserwowano łącznie 970 zdarzeń co daje 41% wszystkich obserwowanych wartości.

Na rycinie 3 przedstawiono dobowe dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy w wieloleciu 2009-2015. Poza wartościami dobowych przepływów przedstawiono przepływ średni dla całego wielolecia, przepływ projektowany średni oraz przepływ projektowany maksymalny. Analizując dane z ryciny 3 można zaobserwować znaczną nierównomierność dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy. Na znaczne zróżnicowanie wartości dopływ ścieków do oczyszczalni mogły mieć wpływ wody opadowe, które dostały się w sposób nieuprawniony do kanalizacji sanitarnej. Jest to szczególnie widoczne w okresie od maja do sierpnia 2010, kiedy to były bardzo intensywne opady atmosferyczne. Dopływ dobowy do oczyszczalni przekroczył w tym okresie projektowany maksymalny.

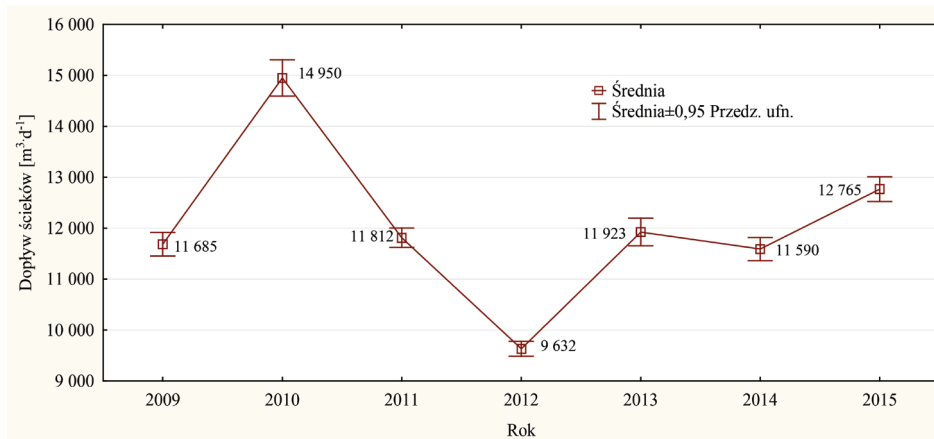


**Rysunek 3.** Dobowe dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy w wieloleciu 2009-2015

**Figure 3.** Diurnal sewage inflow to the treatment plant in Dębica in the multi-year period of 2009-2015

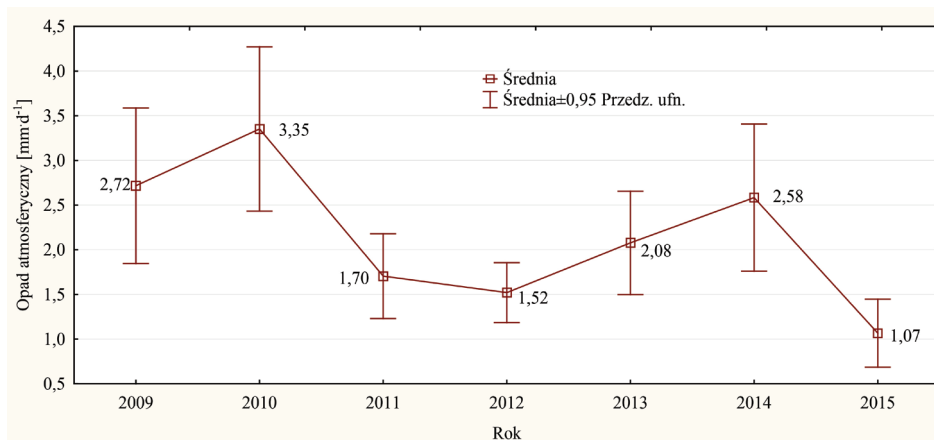
Na rycinie 4 przedstawiono średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy dla badanych lat.





**Rysunek 4.** Średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy dla badanych lat  
**Figure 4.** Mean sewage inflow to the treatment plant in Dębica for the analyzed years

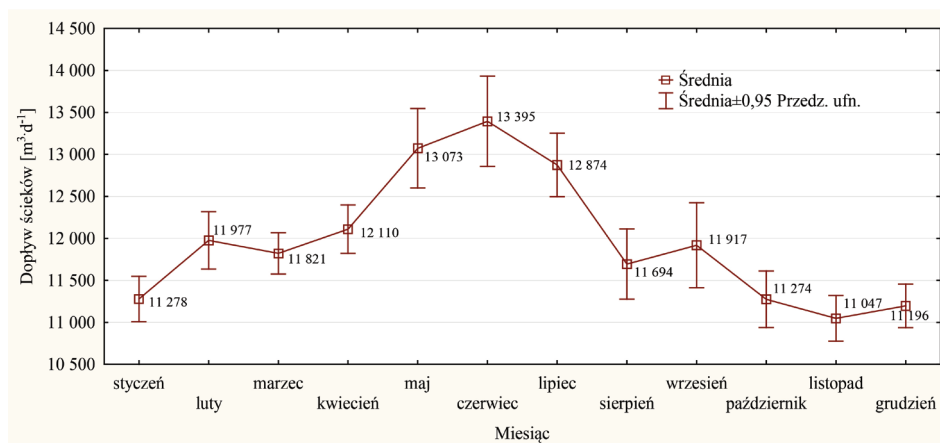
Analizując dane z ryciny 4 widać wyraźnie, że dopływ ścieków do oczyszczalni był najwyższy w 2010 roku ( $14\,950\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ ) a najniższy w roku 2012 ( $9\,632\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ ). Można to powiązać z wartościami przedstawionymi na rycinie 5 dotyczącej średnich opadów dobowych deszczu dla badanych lat dla stacji Tarnów. Mimo tego, że stacja meteorologiczna była zlokalizowana w Tarnowie gdzie odległość do badanego obiektu wyniosła około 30 km to zaobserwowano wyraźny jego wpływ na ilość ścieków dopływających do oczyszczalni w Dębicy.



**Rysunek 5.** Średnie opady dobowe deszczu dla badanych lat dla stacji Tarnów  
**Figure 5.** Mean diurnal precipitation for the analyzed years recorded at the Tarnów station

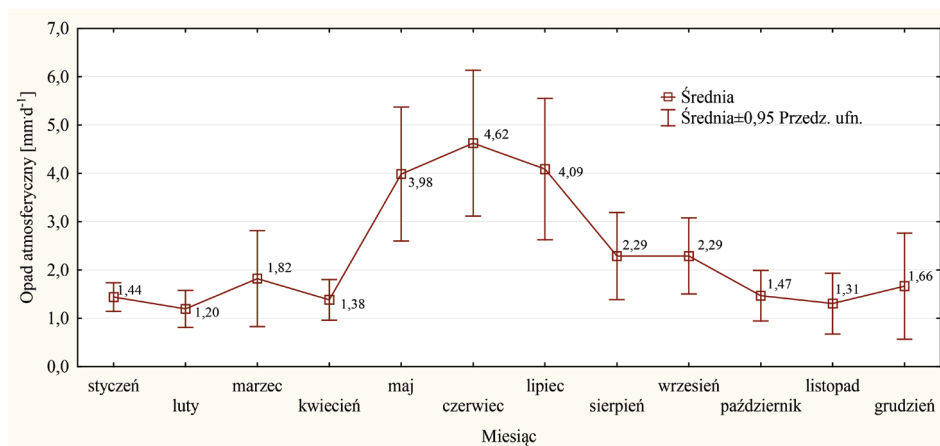


W dalszej kolejności na rycinie 6 przedstawiono średnie dobowe dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy dla poszczególnych miesięcy wielolecia 2009-2015.



**Rysunek 6.** Średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy dla miesięcy roku

**Figure 6.** Mean sewage inflow to the treatment plant in Dębica for individual months of the year



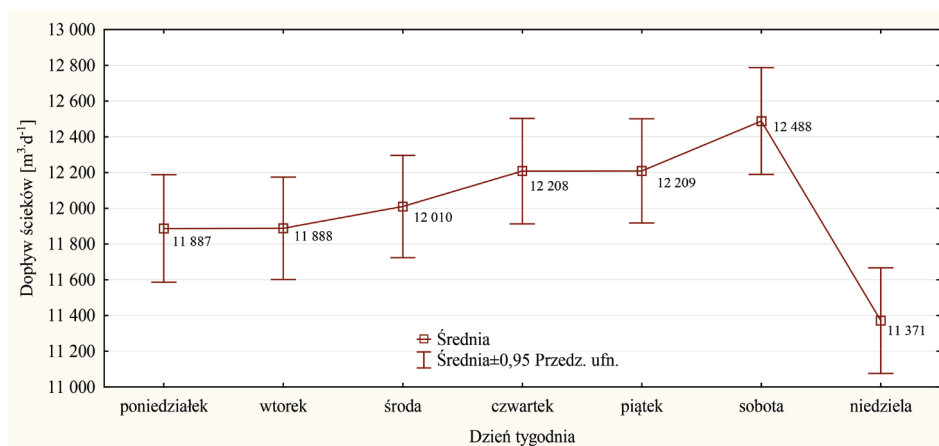
**Rysunek 7.** Średnie dobowe opady atmosferyczne w miesiącach dla badanego okresu

**Figure 7.** Mean diurnal precipitation in individual months of the analyzed period

Na podstawie danych przedstawionych na rycinie 6 można zauważyć zdecydowanie wyższy dopływ ścieków w miesiącach letnich zwłaszcza od maja do

lipca. Najwyższą wartość dopływu ścieków zaobserwowano w czerwcu, która wyniosła  $13\,395\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ . Najniższe wartości przypadły na miesiące jesienno-zimowe (od października do stycznia). Wyniki te mają odzwierciedlenie w wielkości opadu atmosferycznego przedstawionego na rycinie 7. Najwyższe opady (średnie dobowe) przypadły na czerwiec ( $4,62\text{ mm d}^{-1}$ ) a najniższe wystąpiły w lutym ( $1,20\text{ mm d}^{-1}$ ). Podobnie jak we wcześniejszych przypadkach powodem zróżnicowania dopływu ścieków do oczyszczalni w Dębicy były opady atmosferyczne. W celu szczegółowego określenia tego wpływu dokonano podziału okresu badawczego na grupy intensywności opadu w poszczególnych dobach.

W dalszej kolejności na rycinie 8 przedstawiono średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy w poszczególnych dniach tygodnia dla wielolecia 2009-2015.

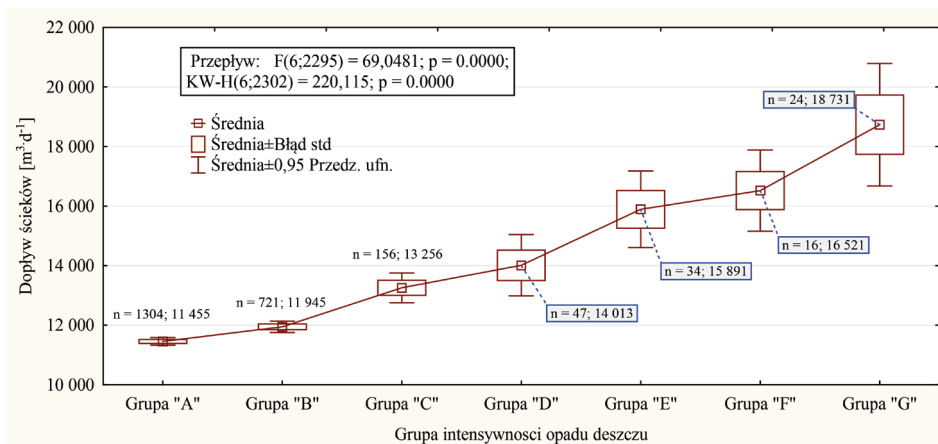


**Rysunek 8.** Średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy w poszczególnych dniach tygodnia dla wielolecia 2009-2015

**Figure 8.** Mean sewage inflow to the treatment plant in Dębica in individual weekdays for the multi-year period of 2009-2015

Na podstawie danych przedstawionych na rycinie 8 wyraźnie widać, że najniższy średni dopływ ścieków do badanego obiektu zaobserwowano w niedzielę ( $11\,371\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ ) natomiast najwyższe były w sobotę ( $12\,488\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ ). Jest to spowodowane zwyczajami mieszkańców i traktowaniem soboty jak dnia, w którym wykonuje się wiele czynności wymagających użycia wody wodociągowej, która trafia do kanalizacji sanitarnej. Niedziela natomiast jest dniem wolnym od pracy, co ma swoje odzwierciedlenie w mniejszej aktywności korzystających z systemu kanalizacyjnego.

Na rycinie 9 przedstawiono średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy dla różnych grup koncentracji deszczu.



**Rysunek 9.** Średnie dopływy ścieków do oczyszczalni w Dębicy dla różnych grup koncentracji deszczu

**Figure 9.** Mean sewage inflow to the treatment plant in Dębica for different groups of rainfall concentration

Podział na grupy intensywności opadu deszczu przedstawiono w metodyce badań. Z ryciny 8 wyraźnie widać wzrost średniej wartości dopływu ścieków do oczyszczalni wraz ze wzrostem intensywności opadu deszczu. Dla grupy "A" (doby bez opadu deszczu) średni dopływ ścieków do oczyszczalni wyniósł  $11\,455\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ , podczas gdy dla ostatniej grupy „G” (o intensywności deszczu ponad  $25\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ) średni dopływ ścieków do oczyszczalni wyniósł aż  $18\,730\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ . Nastąpił przyrost ilości ścieków dopływających do oczyszczalni o  $7\,275\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ , co stanowi przyrost o 63,5% w stosunku do dopływu ścieków przy pogodzie bezdeszczowej. Liczba dób bez opadu deszczu w wieloleciu wyniosła 1304 d, co stanowiło ponad 56,6% wszystkich dób badanego okresu. Już przy opadach deszczu do  $5\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$  określono średni dopływ ścieków do oczyszczalni większy o  $490\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$  w stosunku do okresu bez opadu deszczu. Dla pozostałych grup zaobserwowano wyraźny wzrost dopływu ścieków do oczyszczalni wraz ze wzrostem grupy intensywności opadu deszczu. Można stwierdzić dużą wrażliwości sieci kanalizacyjnej na opad atmosferyczny. Świadczyć to może o nielegalnych podłączeniach rynien zbierających wodę z dachów posesji w badanej aglomeracji. W aglomeracji Dębica jest ponad 256 km sieci kanalizacji deszczowej, która nie jest połączona z oczyszczalnią ścieków. Według Kaczora i in. [2013] wody obce dostają się przez nieszczelności sieci kanalizacyjnej lub otwory w włazach studzienek kanalizacyjnych lub są nielegalnie odprowadzane ze spustów rynien dachowych oraz wpustów podwórzowych, podłączonych do sieci kanalizacji sanitarnej. Należy w gminach prowadzić edukację i szkolenia

w zakresie zagospodarowywania wód opadowych na terenie danej posesji, co przyczyni się do retencji tych wód w miejscu ich powstawania i ukróci proceder nielegalnych podłączeń rynien dachowych do kanalizacji sanitarnej. Mając na uwadze, że większa ilość ścieków przyczynia się do wzrostów kosztów eksploatacji oczyszczalni mieszkańcy powinni brać pod uwagę alternatywne sposoby zatrzymania wód opadowych na terenie ich posesji a potem wykorzystanie ich na własne potrzeby. Na ilość dopływających ścieków do oczyszczalni mogą mieć wpływ również wody infiltracyjne, jednak potwierdzenie ich wpływu wymagałoby szczegółowej analizy dopływu ścieków do oczyszczalni w poszczególnych godzinach doby. Na tej podstawie można określić ilość ścieków dopływających do oczyszczalni w godzinach nocnych i następnie określić procentową wartość dopływu wód infiltracyjnych do systemu kanalizacyjnego.

Podsumowując jak długo społeczeństwo nie będzie miało odpowiedniej świadomości ekologicznej tak długo będą istniały sytuacje nieprawidłowe zagrożające środowisku naturalnemu. Według Papużyńskiego [9] świadomość ekologiczna to część świadomości społecznej odnosząca się do informacji i przekonań dotyczących środowiska przyrodniczego oraz do postrzegania relacji między stanem i charakterem środowiska przyrodniczego a warunkami i jakością życia ludzi, zwłaszcza w dziedzinie zagrożeń ekologicznych. Dlatego należy równocześnie dołożyć wszelkich starań aby od najmłodszych lat (już w szkołach podstawowych i gimnazjach) prowadzić odpowiednią edukację, która pozwoli na rozwinięcie świadomości ekologicznej nowych pokoleń.

## WNIOSKI I STWIERDZENIA

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski i stwierdzenia:

- Dla badanego wielolecia średni dobowy dopływ ścieków do oczyszczalni w Dębicy był na poziomie  $12\,008,2\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ , co stanowiło 57,2 % projektowanego dopływu. Wartości te świadczą o tym, że mogą zostać podłączone do kanalizacji dodatkowe gospodarstwa domowe.
- Dla badanego wielolecia (2009-2015), zaobserwowano dużą zmienność dopływu ścieków do badanego obiektu w zakresie od  $4\,045,0\text{ m}^3\text{d}^{-1}$  do  $33\,010,0\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ , rozstęp był na poziomie  $28\,965\text{ m}^3\text{d}^{-1}$ . W głównej mierze za wartości maksymalne odpowiadają wody opadowe przedostające się do systemu kanalizacji sanitarnej. Duże zmienności dopływu ścieków do oczyszczalni mogą stanowić zagrożenie dla poprawnego działania oczyszczalni w Dębicy.
- Obserwuje się wyraźną zależność pomiędzy grupą intensywności opadu deszczu a dopływem ścieków do oczyszczalni. Biorąc pod uwagę, że do badanego obiektu w Dębicy dopływają ścieki tylko z kanalizacji

rozdzielczej można zasugerować wniosek, że do kanalizacji zbiorczej dostają się wody opadowe w wyniku nielegalnych podłączeń rynien.

- Zaobserwowano podwyższone wartości opadu atmosferycznego w roku 2010, które były spowodowane intensywnymi opadami deszczu w miesiącach od maja do lipca, które z kolei doprowadziły do kilku powodzi w stosunkowo krótkim czasie.
- Należy wprowadzić szkolenia edukacyjne w gminie (aglomeracji) odnośnie zagospodarowania wód opadowych tak aby zatrzymać je w jak największym stopniu w miejscu ich powstawania. Przyczyni się to zmniejszenia ilości zużywanej wody wodociągowej oraz pozwoli na bardziej równomierny dopływ ścieków do oczyszczalni oraz zmniejszy stopień rozcieńczenia ścieków dopływających do oczyszczalni.
- Podsumowując stosowanie przepisów prawa to ważna kwestia, ale jak długo społeczeństwo nie będzie miało odpowiedniej świadomości ekologicznej tak długo będą istniały sytuacje nieprawidłowe zagrażające środowisku naturalnemu.

*Badania zrealizowane w ramach DS 3347/KISiGW/2016 zostały sfinansowane z dotacji na naukę przyznanej przez MNiSW.*

## LITERATURA

Bergel T., Pawełek J. (2005). *Struktura zużycia wody w gospodarstwach wiejskich. Ochrona środowiska, walory przyrodnicze i rozwój turystyki w dolinie Sanu* – materiały z II Konferencji Naukowo-Technicznej „Błękitny San”, 165-173.

Bugajski P. (2009). *Zmienność ilości dopływających ścieków do oczyszczalni w Tęgorozie. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 2009/09.

Bugajski P., Ślizowski R. (2006). *Ocena działania oczyszczalni ścieków typu SBR w Sterkowcu-Zajazie. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 2006/2 (2).

Chmielowski K., Bugajski P., Wąsik E. (2015). *Ocena działania oczyszczalni ścieków w Haczowie przed i po modernizacji. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, nr 4, 949-964.

Chotkowski W., Lis G. (2006). *Krótkoterminowe prognozowanie dopływu ścieków do oczyszczalni na podstawie ilości zużywanej wody. Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 5/2006, 13–18.

Dyrektywa (1991). *Dyrektywa Rady z dnia 21 maja 1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG)*.

Kaczor G., Przebinda A. (2009.) *Analiza uszkodzeń kanałów sanitarnych po krótkim okresie eksploatacji. Inżynier Budownictwa*, nr 11(67). Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa sp. z o.o., 56 – 59.

Kaczor G., Pawełek J. (1999). *Dobowe ilości ścieków w osiedlach wiejskich w aspekcie ich oczyszczania*. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, nr 350, 103 – 113.

Kaczor G. (2012). *Oddziaływanie wód przypadkowych na stężenie związków biogenych w ściekach surowych i oczyszczonych podczas pogody mokrej*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 2012/03.

Kaczor G. (2006). *Jednostkowe odpływy ścieków z kanalizacji wiejskiej w gminie Koszyce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 2, 171-182.

Kaczor G. (2009). *Otwory we włazach studzienek kanalizacyjnych jako jedna z przyczyn przedostawania się wód przypadkowych do sieci rozdzielczej*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 9, 155-163.

Kaczor G. (2011). *Wpływ wiosennych roztopów śniegu na dopływ wód przypadkowych do oczyszczalni ścieków bytowych*. Acta Sci. Pol., Formatio Circumietus, nr 2, 27-34.

Kaczor G., Bugajski P., Bergel T. (2013). *Zastosowanie metody trójkąta do obliczania objętości wód infiltracyjnych i przypadkowych w kanalizacji sanitarnej*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 3, 263-274.

Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych. (2003). Ministerstwo Środowiska. Warszawa.

Miernik W., Młyński D. (2014a). *Analiza pracy oczyszczalni ścieków w Krzeszowicach po modernizacji*. Episteme, nr 29, 303-310.

Miernik W., Młyński D. (2014b). *Wpływ modernizacji oczyszczalni dla miasta Wadowice na jakość oczyszczonych ścieków*. [w:] J. Rak (ed.): *Antropogeniczne czynniki wpływu na środowisko przyrodnicze na przykładzie południowo-wschodniej Polski, wschodniej Słowacji i zachodniej Ukrainy*, wyd. Muzeum Regionalnego im. Adama Fastnachta w Brzozowie, 109-129.

Papuziński A. (2006). *Świadomość ekologiczna w świetle teorii i praktyk*. Problemy Ekorożwoju, vol. 1, No 1, str. 33-40).

Pozwolenie (2004). Pozwolenie wodno-prawne, znak ŚR-III-3-6811/38/03/04. 2004. Dębica.

Rozporządzenie (2014a). 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.

Rozporządzenie (2014b). Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 lipca 2014 r. w sprawie sposobu wyznaczania obszaru i granic aglomeracji. Dz.U. 2014 poz. 995

Ustawa (2001). Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229

Dr hab. inż. Krzysztof Chmielowski

Dr hab. inż. Piotr Bugajski

Dr inż. Agnieszka Cupak

Dr inż. Ewa Wąsik

Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej,  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie,

Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

k.chmielowski@ur.krakow.pl

Wpłynęło: 8.04.2016

Akceptowano do druku: 10.05.2016