

IRENEUSZ NOWOGOŃSKI*

**PRZELEWY BURZOWE – KLUCZOWE ELEMENTY SIECI
KANALIZACYJNEJ MIASTA GŁOGOWA**

Streszczenie

W artykule zaprezentowano charakterystykę przelewów burzowych zlokalizowanych w sieci kanalizacyjnej miasta Głogowa. Przedstawiono zmiany wdrożone w sieci bezpośrednio wpływające na pracę przelewów. Zaprezentowano założenia projektu badawczego umożliwiającego analizę istniejących warunków pracy przelewów oraz analizę zjawiska opad-odpływ.

Słowa kluczowe: przelew burzowy, sieć kanalizacyjna

WPROWADZENIE

Istniejące systemy odprowadzania ścieków w miastach zachodniej Polski oparte są zwykle o elementy „odziedziczone”, a ich kluczowe elementy zlokalizowane w rejonach o najstarszej, zwykle zabytkowej zabudowie. Uniemożliwia to często modernizację w oczekiwanym i optymalnym zakresie. O ile stan techniczny obiektów jest dość często zadowalający, to parametry hydrauliczne nie do końca odpowiadają współczesnej sztuce inżynierskiej oraz wymaganiom prawnym. Obiektami sieciowymi o których w tym kontekście należy tu wspomnieć są bez wątpienia przelewy burzowe. Dla zilustrowania zagadnienia opisany został system odprowadzania ścieków z miasta Głogowa w którym zlokalizowano cztery obiekty hydraulicznie odciążające sieć kanalizacyjną bezpośrednio do rzeki Odry.

* dr inż. Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Sieci i Instalacji Sanitarnych

CZĘSTOTLIWOŚĆ DZIAŁANIA PRZELEWÓW JAKO MIARA POPRAWNOŚCI DZIAŁANIA PRZELEWU BURZOWEGO

Przelewy burzowe powinny być tak zaprojektowane, aby spełnione było obligatoryjne kryterium ochrony wód przed zanieczyszczeniami, wyrażone dopuszczalną liczbą zrzutów burzowych w ciągu roku nie większą niż 10 według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, przy zapewnieniu jednocześnie stabilnego hydraulicznie odpływu do części sieci położonej poniżej przelewu.

W przypadku gdy dostępne są wieloletnie obserwacje opadów atmosferycznych prowadzone na skanalizowanym terenie, wyznacza się tzw. krzywą rocznych sum częstości występowania opadów [Fidala i in. 1999]. Na podstawie tej krzywej, mając wartość częstości opadu C_{op} określaną w oparciu o wymaganą dopuszczalną liczbę zrzutów ścieków do odbiornika w ciągu roku, określa się graniczne natężenie deszczu q_{kr} . Liczne badania w tym zakresie wykazały, iż częstość zrzutów burzowych jest znacznie mniejsza aniżeli częstość występowania opadów deszczu o natężeniu granicznym. Dzieje się tak głównie z powodu retencji systemu kanalizacyjnego powyżej przelewu burzowego i retencji całej zlewni, a także nierównomierności opadów oraz zjawiska przemieszczania się tychże opadów nad powierzchnią zlewni.

Na podstawie przeprowadzonych badań określono zależność częstości zrzutów w przeciągu roku do liczby opadów w ciągu roku [Fidala i in. 1999]:

$$C_{pr} = 7,26 \cdot C_{rz}^{-0,24632}$$

gdzie:

$$C_{pr} = \frac{C_{op}}{C_{rz}}$$

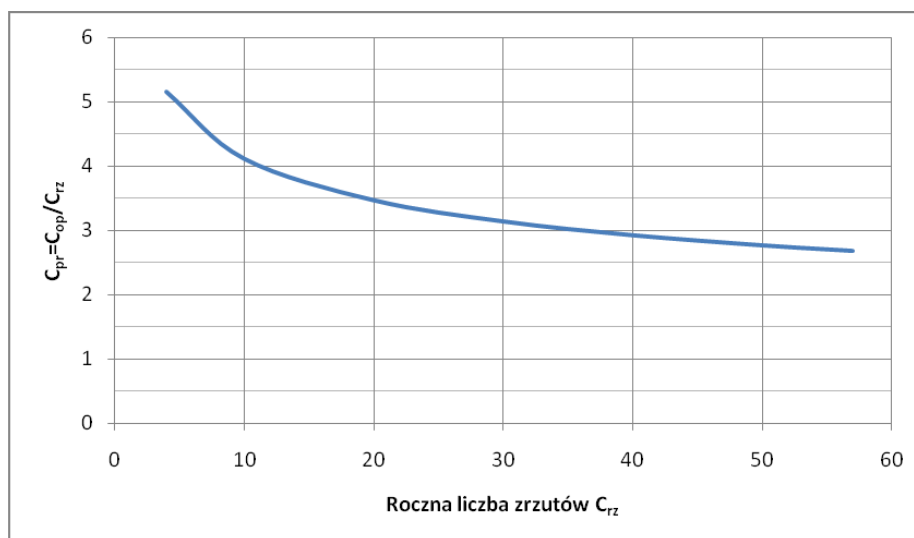
Zależność tę można przedstawić graficznie (rysunek 1).

Wzór jest słuszny tylko w przypadku sieci o pojemności $V = 40\,000\text{ m}^3$, dla sieci kanalizacyjnej o innej wartości pojemności zależność powinno się skorygować według wzoru [Fidala i in. 1999]:

$$C'_{pr} = C_{pr} \cdot A$$

gdzie:

$$A = 0,3085 \cdot \exp(0,00003 \cdot V)$$



Rys. 1. Zależność C_{pr} od rocznej liczby zrzutów C_{rz} [Fidala i in. 1999]

Fig. 1. Relationship between C_{pr} and yearly overflow amount C_{rz} [Fidala i in. 1999]

W sytuacji braku dla danej kanalizowanej zlewni krzywej rocznych sum częstości występowania opadów dopuszcza się wykorzystanie krzywych opadów dla sąsiadujących zlewni.

W wyniku przeprowadzenia 16-letnich obserwacji i pomiarów opadów opracowano krzywą rocznych sum częstości opadów o czasie trwania powyżej 15 minut. Opady o czasie trwania krótszym niż 15 minut uznano za niemiernodajne do projektowania przelewów burzowych. Równanie tej krzywej może być zapisane w postaci wzoru [Fidala i in. 1999]:

$$q_{kr} = 65,663 \cdot C_{op}^{-0,7155}$$

$$q_{kr} = q_{sr}$$

Wysokość krawędzi przelewowej oblicza się według następujących reguł [Fidala i in. 1999]:

- dysponując dopuszczalną liczbą zrzutów burzowych w ciągu roku C_{drz} można obliczyć wartość częstości wystąpienia opadu C_{op} . Gdy pojemność sieci różni się od wartości $40\,000\text{ m}^3$, wartość częstości wystąpienia opadów należy skorygować;
- uzyskawszy określoną wartość rocznej częstości opadu C_{op} , wyznacza się graniczne natężenie opadu q_{kr} ;
- sprawdza się kryterium granicznego natężenia opadu, według którego $q_{kr} > q_{mkr} = 6\text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$. Jeżeli warunek zostanie spełniony, wartość granicznego natężenia przepływu mieszaniny ścieków sanitarnych i deszczowych Q_{kr} należy obliczyć ze wzoru:

$$Q_{kr} = Q_s + q_{kr} \cdot \Psi \cdot F$$

Jeżeli jednak wartość granicznego natężenia opadu nie przekracza zalecanej wartości $q_{mkr} = 6 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$, powinno się obliczoną początkową wysokość krawędzi rozpatrywanego przelewu skorygować, obliczając Q_{kr} z zastosowaniem $q_{mkr} = 6 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$;

- uzyskawszy określoną wartość granicznego natężenia przepływu Q_{kr} , wyznacza się na podstawie równania krzywej sprawności kanału dla danego wymiaru oraz spadku kanału wysokość napełnienia h . Wysokość krawędzi przelewu burzowego powinna być równa (bądź zbliżona) otrzymanej wysokości napełnienia;
- sprawdza się kryterium współczynnika początkowego rozcieńczenia, które mówi, że $n_{rp} > n_{mrp} = 1$. Jeżeli natomiast warunek ten nie zostanie spełniony, należy obliczyć Q'_{kr} z następującego wzoru:

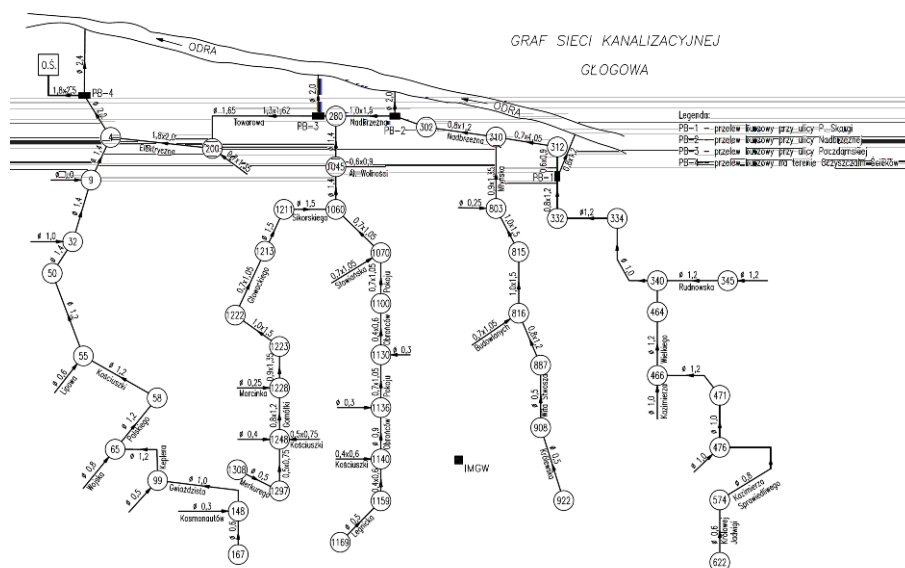
$$Q'_{kr} = (1 + n_{mrp}) \cdot Q_s$$

- dla otrzymanego Q'_{kr} wyznacza się wysokość napełnienia h' w kanale;
- przyjmuje się wysokość krawędzi przelewu burzowego równa otrzymanej wysokości napełnienia h' .

PRZYBLIŻONE CZĘSTOTLIWOŚCI DZIAŁANIA PRZELEWÓW BURZOWYCH W SIECI KANALIZACYJNEJ GŁOGOWA

W latach 1998-2000 Instytut Inżynierii Środowiska w Zielonej Górze na zlecenie Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Głogowie sp. z o.o. prowadził badania zmienności przepływu ścieków w kanalizacji m. Głogowa ze szczególnym uwzględnieniem odpływu ścieków deszczowych, pozwalające na właściwy dobór wielkości zbiornika retencyjnego [Lewicki i in. 2000]. Pomiary prowadzono metodą pośrednią a wymiernym i wiarygodnym rezultatem są przede wszystkim zarejestrowane napełnienia kanałów w wybranych przekrojach pomiarowych. Uproszczony graf sieci kanalizacyjnej Głogowa przedstawiono na rys. 2. Na schemacie zaznaczono m.in. lokalizację przelewów burzowych.

Efektom ubocznym prowadzonych badań okazała się możliwość oszacowania częstotliwości działania przelewów burzowych w okresach pomiarowych. Analiza dotyczyła trzech z działających wówczas przelewów. Zestawienie uzyskanych rezultatów przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 2. Graf analizowanej sieci
Fig. 2. Graphical representation of analysed network

Uzyskane wyniki wskazują na właściwą współpracę przelewów PB-1 i PB-2 ze zlewniami z nimi współpracującymi. W obu przypadkach częstotliwość działania przelewów była mniejsza od 10-ciu w ciągu roku. W przypadku przelewu PB-4 wspomniany warunek nie był spełniony, a istniejący przelew wymagał przebudowy.

Tab. 1. Oszacowana „częstość” odpływów burzowych w analizowanym okresie pomiarowym

Tab. 1. Estimated frequent of overflows in analyzed period

Lp.	Okres badawczy	Ilość wystąpień zadziałania przelewu		
		PB-1	PB-2	PB-4
1	26.08-13.11.1998	1	1	8
2	20.04-04.11.1999	5	2	38
3	12.05-31.08.2000	2	2	29

W latach kolejnych zarówno wnioski zaobserwowane w czasie badań, rozwój miasta oraz podłączanie do systemu odprowadzania ścieków kolejnych osiedli i miejscowości wymusiły istotne zmiany dotyczące również przelewów burzowych.

PRZELEWY BURZOWE W SIECI KANALIZACYJNEJ GŁOGOWA – STAN OBECNY

W rezultacie prac modernizacyjnych i rozbudowy sieci wprowadzono następujące znaczące zmiany w systemie odprowadzania ścieków z miasta Głogowa:

- w czasie modernizacji oczyszczalni ścieków wprowadzono do układu zbiornik retencyjny; w efekcie odpływ burzowcem ograniczono do odpływów wód nadmiarowych po napełnieniu zbiornika retencyjnego;
- przed przelewem burzowym PB-1 wprowadzono obiekt odciążający umożliwiający odpływ części ścieków kanałem tranzytowym w okolice przelewu PB-3.

Parametry charakterystyczne obecnie działających przelewów zestawiono w tabeli 2. Cechą charakterystyczną obiektów jest znaczna szerokość korony przelewów PB-1 i PB-3 oraz zmienna szerokość korony przelewu: różnica 5 cm w przypadku przelewu PB-2 i ok. 15 cm w przypadku przelewu PB-1.

Tab. 2. Parametry przelewów burzowych w Głogowie

Tab. 2. Parameters of overflow structures in Głogów

	PB-1	PB-2	PB-3
Długość krawędzi przelewowej [m]	8,85	8,16	11,70
Szerokość krawędzi [m]	0,51-0,66	0,15-0,20	0,61
Rzędna korony	76,88	76,12	75,08
Rzędna terenu	80,58	81,55	78,13
Kanał dopływowy - wymiar, spadek	J 0,8x 1,2 0,7 %	J 0,8x1,2 2,7 % J 0,7x1,05 2,0 %	1,2x1,65 brak danych 1,2x1,65 brak danych
Kanał odpływowy - wymiar, spadek	J 0,6x0,9 0,33 %	J 0,9 x 1,35 0,2 %	1,2 x 1,63 0,1 %
Kanał burzowy - wymiar	J 0,8x1,2	J 0,6x0,9	K 2,0

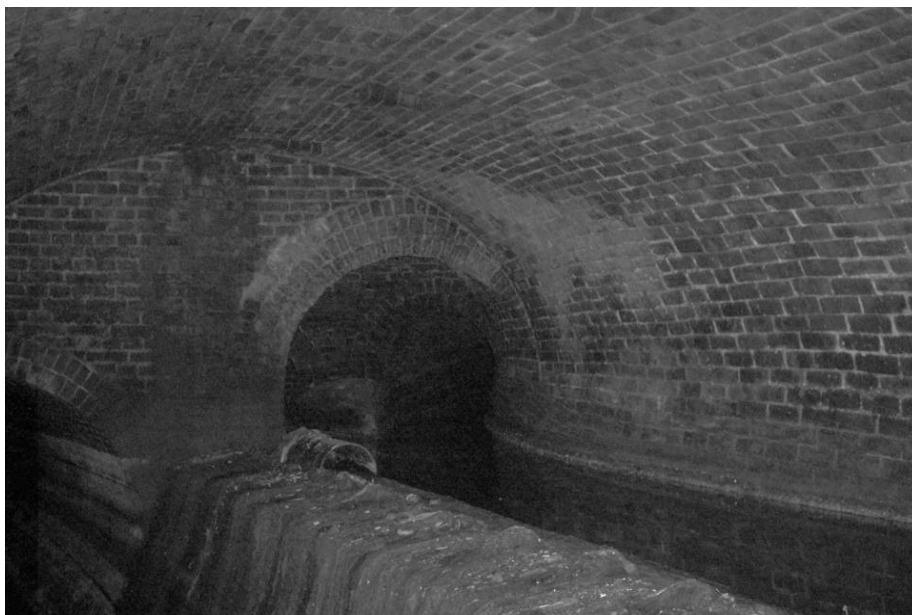
Przelew PB-1 (fot. 1) zlokalizowany w ulicy p. Skargi jest stosunkowo bezpieczny hydraulicznie. Istniejące obecnie odciążenie kolektora dopływowego zmniejsza obciążenie hydrauliczne przelewu w przypadku pojawienia się większych odpływów deszczowych. Stan kanałów jest również zadowolający, a ilość osadów na dnie jest akceptowalna. Znacznie trudniejsza sytuacja występuje w obiektach PB-2 (fot. 2) przy ulicy Nadbrzeżnej i PB-3 (fot. 3) przy ulicy Poczdamskiej. W obu obiektach obserwuje się znaczne ilości osadów na dnie kanału.



Fot. 1. Przelew burzowy PB-1 – ul. P. Skargi
Phot. 1. Overflow structure PB-1 – P. Skargi street



Fot. 2. Przelew burzowy PB-2 – ul. Nadbrzeźna (Nivus, Gdynia)
Phot. 2. Overflow structure PB-2 – Nadbrzeźna street (Nivus, Gdynia)



Fot. 3. Przelew burzowy PB-3 – ul. Poczdamaska (Nivus, Gdynia)
Phot. 3. Overflow structure PB-3 – Poczdamaska street (Nivus, Gdynia)



Fot. 4. Komora rozdzielcza zbiornika retencyjnego (Nivus, Gdynia)
Phot. 4. Detention tank's separation chamber (Nivus, Gdynia)

Według informacji PWiK w Głogowie jest to rezultat istnienia uszkodzonych przykanalików odprowadzających rodzimy grunt do sieci kanałów. W czasie wizji lokalnej zaobserwowano napełnienie w kanale przepływowym przelewu PB-3 zbliżone do wysokości krawędzi przelewowej mimo bezdeszczowej pogody. Istniejący stan obiektu jest o tyle niekorzystny, że jeden z dopływów jest zasilany za pośrednictwem kanału odciażającego ściekami ze zlewni przelewu PB-1. Brak badań prowadzonych w okolicy przelewu PB-3 uniemożliwia na chwilę obecną ocenę częstotliwości jego działania. Potencjalnie najmniej korzystny obiekt PB-4 obecnie zintegrowany został z systemem retencjonowania w zbiorniki na terenie oczyszczalni (fot. 4). Stąd uzyskane rezultaty szacunkowe z lat 1998-2000 stały się nieaktualne.

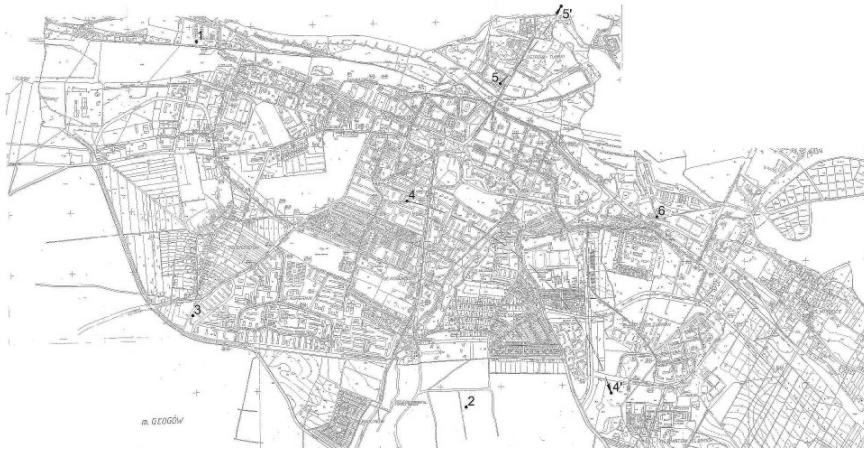
PLANOWANE ZADANIA BADAWCZE ZWIĄZANE Z SIECIĄ KANALIZACYJNĄ W GŁOGOWIE

W ramach prac planowanych przez Instytut Inżynierii Środowiska w Zielonej Górze wraz z PWiK w Głogowie wdrożony zostanie system monitoringu obejmujący w 2011:

- 6 deszczomierzy rozmieszczonych na terenie miasta (rys. 3);
- 8 przepływomierzy profilujących przenośnych zlokalizowanych w pobliżu obecnie działających przelewów burzowych (rys. 4-6);
- 1 przepływomierz profilujący stacjonarny na terenie oczyszczalni ścieków w awaryjnym kanale przelewowym w systemie zbiornika retencyjnego.

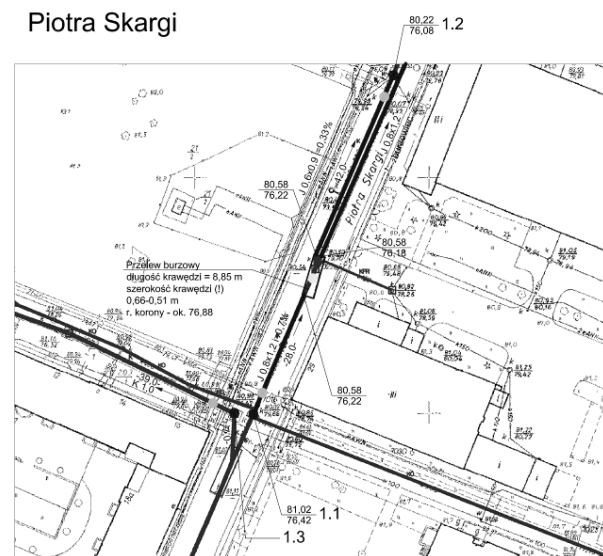
Wybór lokalizacji deszczomierzy był uwarunkowany możliwością wykorzystania obiektów PWiK Głogów. Po konsultacji dwa punkty pomiarowe zostały przemieszczone w miejsca, gdzie prawdopodobieństwo dostępu osób niepowołanych zostanie zminimalizowane. Przewidziano montaż deszczomierzy wyposażonych w system grzewczy umożliwiający montaż całoroczny.

W przypadku przepływomierzy, w obecnej postaci system monitoringu został wyposażony w niezbędną minimalną ilość urządzeń pomiarowych. Najmniej korzystna sytuacja jest w przypadku przelewu PB-3 przy ulicy Poczdamskiej. Skomplikowany system kanałów dopływowych wymagający zainstalowania 4 dodatkowych urządzeń z uwagi na uwarunkowania finansowe nie zostanie opomiarowany. W miarę zdobywania doświadczeń oraz środków spoza budżetu PWiK planowana jest rozbudowa systemów pomiarowych przelewów burzowych oraz sukcesywne opomiarowanie wybranych zwartych zlewni na terenie całego miasta. Przewidziano zakup przepływomierzy profilujących umożliwiających szacowanie z wystarczającą dokładnością natężenia przepływu oraz profilu prędkości w kanale.



Rys. 3. Rozmieszczenie deszczomierzy na terenie miasta
Fig. 3. Locations of rain gauges in the city

Wszystkie przepływomierze, za wyjątkiem stanowiska pomiarowego na terenie oczyszczalni ścieków będą zasilane bateryjnie. Odczyt danych następować będzie za pośrednictwem kabla do szeregowej transmisji danych bezpośrednio do przenośnego komputera. Dedykowane, dołączone do przepływomierzy oprogramowanie umożliwi wstępną analizę uzyskanych wyników oraz uproszczoną analizę statystyczną zapisanych rezultatów.



Rys. 4. Lokalizacja przepływomierzy – przelew burzowy PB-1
Fig. 4. Flow meters locations - overflow structure PB-1

Przewidywanymi rezultatami badań są:

- uzyskanie wyników pomiarów deszczomierzowych;
- określenie kierunków i prędkości przemieszczania się opadu w stosunku do zlewni;
- wykazanie istnienia znaczącej „obszarowości” deszczu, tzn. możliwości objęcia zjawiskiem atmosferycznym tylko części miasta;
- określenie zależności między opadem o dopływem do przelewów burzowych;
- określenie wpływu „obszarowości” na warunki pracy przelewów;
- uzyskanie wyników pomiarów natężenia przepływu w kanałach przylegających do komory przelewowej;
- uzyskanie danych do opracowania uproszczonego modelu symulacyjnego wybranych fragmentów sieci, umożliwiającego szacowanie częstotliwości działania przelewów na podstawie danych meteorologicznych, po zakończeniu badań natężenia przepływu;
- uzyskanie danych umożliwiających kalibrację i weryfikację modelu symulacyjnego;
- rejestracja częstotliwości działania przelewów;
- weryfikacja poprawności rozwiązania kanału odciążającego przed przelewem PB-1 przy ul. P. Skargi;
- wskazanie możliwości lub konieczności przebudowy przelewów w przypadku zbyt częstego występowania odpływów burzowych;
- wykazanie przydatności zakupionego sprzętu do rozbudowy systemu monitoringu sieci kanalizacyjnej m. Głogowa.

PODSUMOWANIE

W minionych kilkunastu latach wdrożono szereg zmian w sieci kanalizacyjnej miasta Głogowa. Część z nich miała znaczący wpływ na warunki pracy przelewów burzowych. Z układu wyeliminowano przelew PB-4 przed oczyszczalnią ścieków, włączając go w system zbiornika retencyjnego. Przelew PB-1 w ul. Piotra Skargi odciążono, przesyłając nadmiar ścieków do kanału dopływowego przelewu w ul. Poczdamskiej. Wdrożone modyfikacje bez wątpienia miały znaczący wpływ na warunki pracy systemu odprowadzania ścieków. PWiK w Głogowie rozpoczyna budowę systemu monitoringu sieci kanalizacyjnej od punktów bardzo ważnych. Określenie warunków w jakich pracują przelewy burzowe umożliwi podjęcie działań umożliwiających optymalizację wysokości krawędzi przelewowych oraz umożliwi opracowanie długofalowego planu przebudowy i zarządzania siecią kanalizacyjną.

LITERATURA

1. FIDALA-SZOPE M., SAWICKA-SIARKIEWICZ H. i KOCZYK A.: *Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami burzowymi z kanalizacji ogólnospławnej: poradnik*, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1999
2. LEWICKI Z., NOWOGOŃSKI I., LECHÓW H., KACZMAREK J.: *Badania zmienności przepływu ścieków w kanalizacji m. Głogowa ze szczególnym uwzględnieniem odpływu ścieków deszczowych, pozwalające na właściwy dobór wielkości zbiornika retencyjnego*. Raport końcowy, Politechnika Zielonogórska, Zielona Góra 2000, s. 32-36
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 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. z 2006 r. Nr 137, poz. 984 wraz z późniejszymi zmianami Dz.U. z 2009 r. Nr 27, poz. 169).

**OVERFLOW STRUCTURES – KEY ELEMENTS
OF SEWERAGE NETWORK IN GŁOGÓW***S u m m a r y*

The character of overflow structures located in sewage system in the city Głogów was presented. Modifications initiated in system, connected with overflow structures were shown. Principles of research project enabling analysis of hydraulic conditions in overflow structures and rainfall-runoff phenomena analysis were presented.

Key words: overflow structures, sewage systems