

Józef DZIOPAK
Bernadeta HALA
Agnieszka STEC
Politechnika Rzeszowska
Katedra Infrastruktury i Ekorozwoju

MODELOWANIE ZBIORNIKÓW KLASYCZNYCH ODCIĄŻAJĄCYCH HYDRAULICZNIE SYSTEMY KANALIZACYJNE.

CZ. I. KONCEPCJA MODELU MATEMATYCZNEGO AKUMULACJI ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH

W pracy przedstawiono wpływ regulowania spływu ścieków deszczowych z wykorzystaniem zbiorników retencyjnych odciażających hydraulicznie systemy kanalizacyjne na efektywność ich działania. Podano założenia i koncepcję modelu matematycznego przepływowego zbiornika klasycznego działającego w układzie grawitacyjnym.

Oznaczenia

- A – powierzchnia pozioma zbiornika, m^2 ,
- B – szerokość zbiornika, m ,
- c – częstość występowania deszczu miarodajnego do projektowania sieci kanalizacyjnej, lata,
- c_z – częstość występowania deszczu miarodajnego do projektowania zbiorników retencyjnych, lata,
- d_o – średnica kanału odpływowego ze zbiornika, m ,
- f – powierzchnia przekroju poprzecznego kanału odpływowego ze zbiornika, m^2 ,
- F_{zr} – powierzchnia zredukowana zlewni, ha ,
- h – wysokość napełnienia ścieków w zbiorniku, m ,
- H – wysokość średniego opadu rocznego, mm/rok ,
- J – średnia intensywność deszczu, mm/min ,
- l – długość kanału odpływowego, m ,
- L – długość zbiornika, m ,

- n_o – współczynnik szorstkości kanału odpływowego, $\text{s/m}^{1/3}$,
 q – natężenie deszczu, $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{ha}$,
 Q – strumień przepływu ścieków, dm^3/s ,
 QA – obliczeniowy dopływ ścieków do zbiornika wyznaczony dla deszczu miarodajnego, dm^3/s ,
 Qk – strumień objętości przepływu ścieków w kolektorze poniżej zbiornika, dm^3/s ,
 QO – zmienny w czasie odpływ ścieków ze zbiornika, dm^3/s ,
 Td – czas trwania deszczu, min,
 t_k – czas koncentracji terenowej, min,
 tm – miarodajny czas trwania deszczu do wymiarowania kanału dopływowego do zbiornika, min,
 t_p – czas spływu ścieków deszczowych od najdalszego punktu zlewni do wymiarowanego przekroju kanału, min,
 t_r – czas retencji kanałowej, min,
 V – objętość ścieków w zbiorniku, m^3 ,
 μ – współczynnik przepływu kanału odpływowego,
 ζ – współczynnik oporu hydraulicznego kanału odpływowego.

1. Wprowadzenie

Powszechnie przyjęty sposób odprowadzania ścieków z terenów zurbanizowanych polega na zapewnieniu grawitacyjnego spływu wszystkich rodzajów ścieków przy zachowaniu odpowiednich warunków hydraulicznych ich przepływu.

Przekroje kanałów deszczowych i ogólnospławnych oraz eksploatowane na sieci obiekty i urządzenia są w pełni wykorzystywane w bardzo małym stopniu, często raz na kilka lat. Obecnie, w okresie znacznego nasilenia budownictwa mieszkaniowego i związanej z tym intensyfikacji istniejącej już zabudowy, szczególnego znaczenia nabierają wszystkie działania inżynierskie, które zmierzają do zwiększenia wskaźników wykorzystania przekrojów kanalizacyjnych. Nawet stosunkowo niewielkie ich zwiększenie może przynieść znaczne korzyści ekonomiczne. Dotyczy to jednak przypadków, w których można zastosować różnego rodzaju rozwiązania techniczne przy równoczesnym zapewnieniu wymaganego poziomu niezawodności działania analizowanego systemu kanalizacyjnego.

2. Analiza problemu retencjonowania ścieków

Uwzględniając stan dotychczasowych rozwiązań i nowe możliwości, zbiorniki retencyjne znajdują uzasadnione zastosowanie w szeregu odmiennych sytuacjach na sieci, i tak:

- do odciążenia hydraulicznego istniejącej sieci kanalizacyjnej,

- przy podłączaniu nowych zlewni do istniejącej sieci kanalizacyjnej,
- w celu zmniejszenia kosztów budowy nowej sieci kanalizacyjnej i kolektorów tranzytowych,
- do odciążenia hydraulicznego obiektów i urządzeń na oczyszczalni ścieków,
- przed pompownią wód deszczowych,
- do ochrony ilościowej i jakościowej wód powierzchniowych odbiornika.

Jak już powszechnie wiadomo, zbiorniki retencyjne odgrywają też ważną rolę w redukcji zanieczyszczeń w procesie ich sedymentacji oraz kontroli zanieczyszczeń wód deszczowych. Od wielu lat stanowią one praktycznie jedyne proste rozwiązanie, które umożliwia kontrolowanie ilości zanieczyszczeń odprowadzanych ze ściekami deszczowymi do odbiornika, i umożliwiają stosowanie procesów fizycznych i chemicznych do ich oczyszczenia [1, 2, 3, 4].

O celowości stosowania zbiorników retencyjnych w kanalizacji powinny decydować przede wszystkim względy techniczno-ekonomiczne. Oprócz zdolności retencyjnych dają one możliwość kontroli i podczyszczania ścieków opadowych i ogólnospławnych. Potwierdzeniem takich możliwości jest powszechne ich stosowanie w wielu krajach przy kanalizowaniu rozbudowywanych miast.

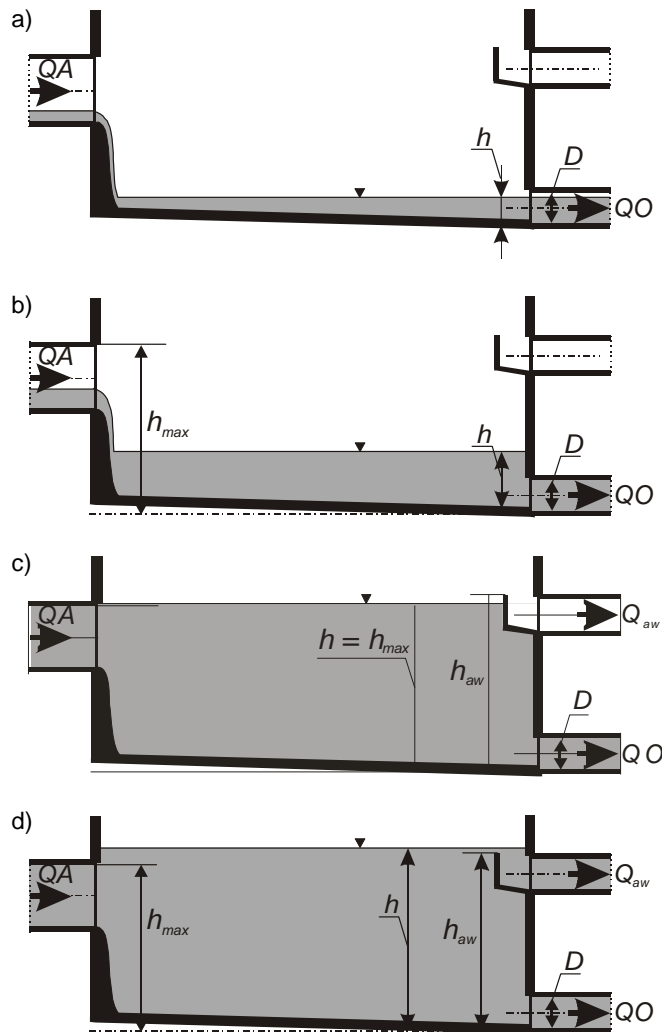
Rozwiązanie stawianego zadania polegało na opracowaniu teoretycznych podstaw wymiarowania zbiorników retencyjnych w oparciu o sformułowany model matematyczny uwzględniający warunki dopływu, możliwości retencyjne zbiornika i zdolność przepustową kanału odpływowego. Model opracowano, bazując na równaniach bilansu dopływu i odpływu ścieków deszczowych do i ze zbiornika.

Aby dać pełną odpowiedź na pytanie, jaki deszcz spowoduje największą akumulację ścieków w zbiorniku w ramach przyjętego prawdopodobieństwa pojawiania się deszczu, a tym samym o określonej niezawodności działania sieci zapewniającej grawitacyjny transport ścieków, posłużono się znanymi hydrogramami zmienności przepływu ścieków deszczowych, które wynikają z powszechnego stosowania w Polsce metody granicznych natężeń. Rozpatrzono trzy charakterystyczne deszcze o czasie trwania równym, dłuższym i krótszym od czasu przepływu, przyjmując kształty przebiegu zmienności dopływu ścieków deszczowych do zbiornika w postaci trójkąta przy deszczach o $T_d = t_m$ oraz trapezów przy deszczach o $T_d < t_m$ i $T_d > t_m$.

Dotychczas opublikowano wiele prac naukowych, które dotyczą tematyki wymiarowania zbiorników retencyjnych jako elementów sieci kanalizacyjnej. Ogólny schemat działania jednokomorowego zbiornika odciążającego hydraulicznie kanalizację zamieszczono na rys. 1.

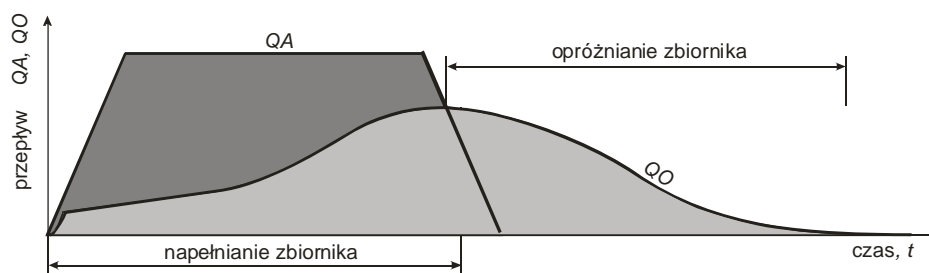
Stosowane metody obliczeniowe są formułowane w zależności od funkcji, jaką spełnia zbiornik w systemie kanalizacji. Zatem inne kwestie są brane pod uwagę przez autorów poszczególnych metod obliczeniowych przy wymiarowaniu zbiorników przeznaczonych do odciążenia hydraulicznego, zatrzymujących pierwszą falę zanieczyszczeń i przeznaczonych do zatrzymywania całego ładun-

ku zanieczyszczeń. Przedstawione w niniejszym artykule badania teoretyczne dotyczą klasycznych zbiorników odciążających sieć hydraulicznie, napełnianych i opróżnianych grawitacyjnie i sytuowanych jako zbiorniki przepływowe.



Rys. 1. Warunki hydrauliczne działania jednokomorowego zbiornika retencyjnego: a) w czasie przepływów bezdeszczowych lub grawitacyjnego działania przewodu odpływowego, b) przy ciśnieniowym działaniu przewodu odpływowego, c) przy pełnej akumulacji ścieków w zbiorniku, d) przy działaniu przelewu awaryjnego podczas przepelnienia sieci powyżej zbiornika

Metody obliczania zbiorników deszczowych są formułowane głównie w oparciu o znaną w hydrologii zasadę porównywania wartości i przebiegu w czasie dopływów i odpływów (rys. 2.).



Rys. 2. Hydrogramy dopływu Q_A i odpływu Q_O ścieków deszczowych dla zbiornika klasycznego

Często jest stosowane założenie, w którym przyjmuje się stałą wartość natężenia deszczu na rozpatrywanym obszarze zlewni w okresie opadu, i jest ono dużym uproszczeniem, ale często celowo przyjmowanym. W rzeczywistości zjawisko związane z opadem ma charakter losowy i jest skomplikowane w opisie. Rozkład opadów i jego przekształcenie w spływ powierzchniowy są uzależnione głównie od warunków hydrologiczno-meteorologicznych, charakterystyki zlewni oraz wielu czynników i zjawisk odnoszących się do samej sieci kanalizacyjnej.

Przy wyznaczaniu wymaganej pojemności zbiornika, o jego krytycznej objętości użytkowej nie decyduje z reguły szczytowy i trwający krótko opad dający ekstremalny przepływ, lecz deszcz o niższej intensywności, który trwa znacznie dłużej. Natomiast wyznaczenie miarodajnego czasu trwania deszczu do wymiarowania zbiorników na kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej należy poprzedzić analizą wyników badań symulacyjnych procesu akumulacji ścieków w zbiorniku o określonym modelu hydraulicznym przy rozpatrzeniu całego ciągu opadów w konkretnej zlewni zurbanizowanej i charakterystyki systemu kanalizacyjnego [5, 6, 7].

Często stosowanym podejściem w badaniach jest ustalenie formuł matematycznych ujmujących zależności uwzględniające proces przekształcenia zjawiska opadu w spływ powierzchniowy. Można w tym celu skorzystać m. in. z metody wartości granicznych typu Gumbel dla n -tej liczby maksymalnych opadów pojawiających się w rozpatrywanym przedziale czasowym T . Jednak najbardziej wskazane jest stosowanie metod racjonalnych, które bazują na teoretycznych hydrogramach dopływu lub innych krzywych, wyznaczanych na podstawie danych statystycznych o opadach pochodzących z okresu ostatnich 30 lat, jak również w postaci funkcji wystarczająco dokładnie opisujących przebieg dopływu ścieków deszczowych do zbiornika.

Zatem istotną czynnością przy formułowaniu metody obliczania zbiorników retencyjnych jest właściwy wybór lub wyznaczenie krzywej dopływu. Najwłaściwszym rozwiązaniem byłoby ustalenie rzeczywistego przebiegu zmienności dopływu wód deszczowych do zbiornika. Jest to jednak realne dla sieci istniejących. Wyznaczenie hydrogramu dopływu wymagałoby wówczas przeprowadzenia bardzo kosztownych badań terenowych w obrębie rozpatrywanej zlewni. Każdy deszcz posiada z reguły odmienny przebieg i ma inny zasięg oraz zmienność intensywność w czasie jego trwania.

3. Hydrogramy dopływu ścieków do zbiornika

Krzywą przebiegu zmienności odpływu ze zbiornika, zwaną często hydrogramem odpływu, należy wyznaczać w oparciu o racjonalną metodę, która powinna uwzględniać zmienność dopływu w czasie. Jest ona zależna od charakterystyki opadu, zlewni i sieci kanalizacyjnej zlokalizowanej powyżej zbiornika, przyjętej geometrii zbiornika wyrażonej poprzez powierzchnię poziomą i zalecaną maksymalną wysokość napełnienia oraz od opisu hydraulicznego kanału odpływowego ze zbiornika, uwzględniającego zdolność przepustową sieci kanalizacyjnej położonej poniżej zbiornika (rys. 2.).

Istnieje możliwość opracowania teoretycznej krzywej dopływu z przekształcenia modelu opadu w odpływ w formie hydrogramu. Natomiast opracowanie teoretycznego hydrogramu jest możliwe w oparciu o uzasadnione rozmieszczenie w zlewni określonej liczby odpowiednich urządzeń do pomiaru zmienności natężenia opadu w czasie i czasu jego trwania.

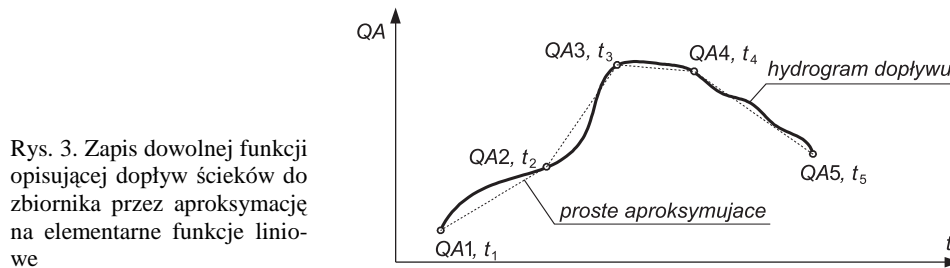
Miarodajny czas trwania deszczu powinien być określany w ostatnim etapie obliczeń. Odpowiada on opadowi, w ramach przyjętej częstości pojawiania się na danej zlewni, przy którym zbiornik o określonych wymiarach i zdolności przepustowej kanału odpływowego osiągnie największą pojemność retencyjną. Warunkiem tego jest badanie przebiegu akumulacji ścieków deszczowych w zbiorniku o określonej lub analizowanej geometrii z wykorzystaniem badań symulacyjnych opartych na sformułowanych algorytmach obliczeniowych.

Analizie poddano różne przypadki czasu trwania deszczu, aby wykazać, że miarodajny czas trwania deszczu zależy od przyjętych wartości parametrów badanych i może zawierać się w szerokim zakresie czasów mniejszych, większych lub w sporadycznych przypadkach równych czasowi przepływu ścieków deszczowych od początku zlewni do zbiornika [8], przyjmowanego za obliczeniowy do określania geometrii kanału dopływowego do zbiornika.

Funkcja opisująca dopływ ścieków ze zlewni siecią kanalizacyjną do zbiornika retencyjnego jest charakteryzowana określonym przebiegiem zmian intensywności dopływu ścieków w czasie, najczęściej w postaci hydrogramów, które mogą być przedstawiane w różnej formie, i tak [6]:

- tablicowego zapisu wahań dopływu ścieków QA w określonym porządku czasowym, wyznaczanym najczęściej na podstawie pomiarów bezpośrednich,
- graficznego opisu zmian dopływu ścieków QA w czasie z zastosowaniem współrzędnych punktów, w których następuje przecięcie się linii prostych o określonych kątach nachylenia opisujących dopływy ścieków w czasie,
- równań dyskretnych funkcji liniowych w określonych obszarach zmienności dopływu ścieków QA do zbiornika w czasie,
- równań funkcji krzywoliniowych opisujących dowolne hydrogramy dopływu QA , aproksymowanych przez elementarne funkcje liniowe.

Rzeczywiste hydrogramy dopływu ścieków są w razie ich bezpośredniego pomiaru funkcjami skomplikowanymi i trudnymi do wykorzystania w praktyce inżynierskiej. Zachodzi zatem potrzeba zastąpienia ich prostszym modelem dopływu przez ich aproksymację elementarnymi funkcjami liniowymi (rys. 3.).



Dowolny hydrogram dopływu ścieków można przedstawić w formie ogólnego równania zmienności przepływu w czasie, w postaci:

$$QA = f(QA1, QA2, \dots, QA_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Niezależnie od przyjętej oryginalności opisu hydrogramu dopływu ścieków do zbiornika można wyróżnić trzy charakterystyczne odmienne przedziały funkcji elementarnych, które opisują dopływ jako [6]:

- funkcję rosnącą przy $QA2 > QA1$ dla $t_1 < t_2$ (rys. 4a),
- funkcję stałą przy $QA3 = QA4 = \text{constans}$ dla $t_3 < t_4$ (rys. 4b),
- funkcję malejącą przy $QA5 < QA6$ dla $t_5 < t_6$ (rys. 4c).

Przy tak zdefiniowanych funkcjach elementarnych istnieje możliwość określenia wartości dopływu ścieków do zbiornika w dowolnie przyjętym czasie t lub w wybranym ciągu czasowym, na podstawie równań odpowiadających poszczególnym przedziałom zmienności funkcji, i tak:

- przy występowaniu funkcji rosnącej

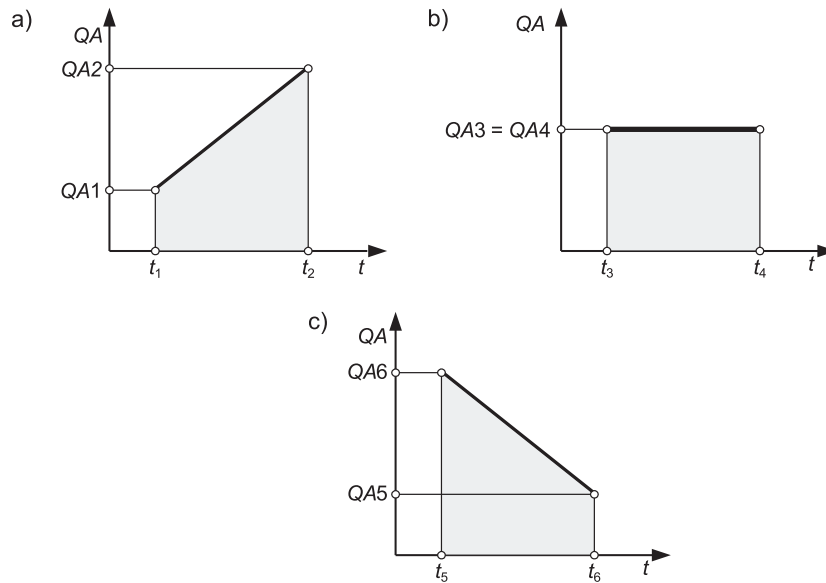
$$QA(t) = \frac{Q_2 - Q_1}{t_2 - t_1}(t - t_1) + Q_1 \quad (2)$$

- przy stałym przepływie funkcja jest const

$$QA(t) = Q_3 = Q_4 \quad (3)$$

- przy występowaniu funkcji malejącej

$$QA(t) = \frac{Q_6 - Q_5}{t_6 - t_5}(t - t_5) + Q_5 \quad (4)$$



Rys. 4. Charakterystyczne przedziały zmienności dopływu ścieków do zbiornika w czasie: a) przyrost strumienia dopływu, b) stały przepływ ścieków, c) zmniejszanie się strumienia dopływu

Na rysunku 4. przedstawiono graficzny zapis funkcji dopływu ścieków do zbiornika w poszczególnych przedziałach charakterystycznych zmienności funkcji $QA(t)$.

Przyjęty schemat aproksymacji hydrogramu dopływu ścieków do zbiornika pozwala na przeprowadzenie symulacji funkcjonowania zbiornika retencyjnego przy dowolnie zdefiniowanej zależności opisującej zmienność dopływu ścieków ze zlewni do zbiornika.

3.1. Koncepcja modelu matematycznego

Sformułowany model bazuje na metodzie granicznych natężeń do wyznaczania obliczeniowych przepływów. Pozostawia się jednak możliwość zastosowania innych formuł matematycznych do obliczania wielkości spływu wód

deszczowych przy założeniu, że ich zmienność opisuje dowolnie zapisana funkcja lub odpowiedni zapis w formie graficznej. Tak opracowane procedury obliczeniowe opisujące model pozwalają na ich wykorzystanie do wymiarowania zbiorników przy dowolnie zadanych wartościach parametrów wyjściowych.

Opis modelu matematycznego klasycznego zbiornika retencyjnego w kanalizacji deszczowej oparto na teoretycznej strukturze odzwierciedlającej badanie zjawiska akumulacji ścieków deszczowych w zbiorniku, zbliżonego do warunków rzeczywistych, zarówno podczas trwania, jak i po zakończeniu opadów.

Za podstawę modelu matematycznego przyjęto określoną formę związku przyczynowego między czynnikami mającymi decydujący wpływ na badane zjawisko akumulacji, wyrażone za pomocą pojęć matematycznych w postaci równań różniczkowych bilansu. Ogólne równanie bilansu opisujące przebieg akumulacji ścieków w zbiorniku można zapisać w ogólnej postaci następująco:

$$dV = A \, dh = (QA - QO) \, dt \quad (5)$$

Opracowując koncepcje modelu matematycznego zbiornika, wzięto pod uwagę jego charakterystykę, dokonano istotnych założeń i wyznaczono równania bilansu dla deszczu o dowolnym czasie trwania. Równania bilansu uwzględniają jedną lub dwie odmienne fazy akumulacji związane z napełnianiem zbiornika. Następną fazę przejściową odzwierciedla występowanie pełnej akumulacji ścieków w zbiorniku przy największym jego napełnieniu. W kolejnym etapie występuje faza opróżniania z ciągłym zasilaniem zbiornika w ścieki. Ostatnia faza opróżniania odbywa się bez dopływu ścieków do zbiornika i trwa aż do momentu całkowitego opróżnienia zbiornika.

Sformułowany model uwzględnia zespół parametrów, które wpływają na przebieg i wielkość procesu akumulacji ścieków w zbiorniku. Charakteryzują one kolejno opad (c, H, J), zlewnię (Fzr, t_k), sieć kanalizacyjną powyżej zbiornika (t_p, t_r, Td, tm, q), zbiornik (A, B, L), kanał odpływowy ($d_o, f, l, n_o, \zeta, \mu$) i sieć lub kolektor poniżej zbiornika (Qk).

Prowadzone badania akumulacji ścieków deszczowych w zbiorniku polegają na zamierzonej dyskretnej zmianie kolejnych wartości jednego z wybranych parametrów modelu i obserwacji, w jaki sposób ulega zmianie zespół czynników pozostających w badanym układzie w bezpośrednim związku przyczynowym.

3.2. Ustalenie założeń do modelu matematycznego

Formułowany model matematyczny działania jednokomorowego zbiornika retencyjnego oparto na zdefiniowanych założeniach, które zadowalająco odzwierciedlają w nim warunki akumulacji ścieków deszczowych w stopniu zbliżonym do rzeczywistych. Założenia te dotyczą następujących kwestii:

- deszcz posiada stałą w czasie intensywność J podczas jego trwania na całym obszarze zlewni przy założeniu jego określonej częstości występowania,

- częstość występowania deszczu do obliczania zbiornika c_z przyjęto równą częstości przyjętej do projektowania sieci deszczowej powyżej i poniżej zbiornika i wówczas $c_z = c$,
- wykresy zmian przepływu w kanale doprowadzającym wody deszczowe do zbiornika w trakcie i po zakończeniu opadu wynikają z charakterystyki metody granicznych natężeń, stosowanej również do ustalania miarodajnych przepływów ścieków deszczowych przy wyznaczaniu geometrii kanałów,
- poziom zwierciadła ścieków na dopływie znajduje się powyżej poziomu chwilowego napełnienia zbiornika,
- zbiornik jest sytuowany w osi kanału i jest grawitacyjnym zbiornikiem przepływowym,
- zbiornik posiada ustaloną powierzchnię przekroju poziomego, licząc od poziomu dna zbiornika, w miejscu usytuowania kanału odpływowego, do poziomu maksymalnego jego napełnienia,
- przebieg akumulacji, opróżniania i wielkość odpływu ścieków deszczowych ze zbiornika odbywają się zgodnie z wyznaczonymi równaniami różniczkowymi bilansu,
- w równaniach bilansu między dopływem i odpływem ze zbiornika pominięto przesunięcie czasowe, które wynika z czasu potrzebnego na przepłynięcie ścieków deszczowych przez zbiornik w pierwszej fazie deszczu od kanału dopływowego do kanału odpływowego,
- kanał odprowadzający ścieki deszczowe ze zbiornika posiada określony przekrój poprzeczny, znane wartości współczynników szorstkości i strat miejscowych w trakcie badania zjawiska akumulacji ścieków w zbiorniku,
- odpływ ze zbiornika jest zmienny w czasie i zależy od wysokości napełnienia zbiornika i charakterystyki hydraulicznej kanału odpływowego,
- bezpośrednio powyżej kanału doprowadzającego ścieki do zbiornika nie został zlokalizowany inny zbiornik retencyjny lub obiekt zmieniający wielkość przepływu w kanalizacji przed zbiornikiem,
- pominięto dodatkową akumulację ścieków w kanale doprowadzającym ścieki do zbiornika w przypadku jego chwilowego podtopienia i przez to oddziaływania zbiornika na retencję kanałową,
- symulowanie spływem ścieków deszczowych do zbiornika nie zależy od metody przyjętej do obliczania sieci kanalizacyjnej pod warunkiem, że zostanie zachowany określony przebieg ich dopływu w badanym czasie akumulacji.

Ponadto ustalono warunki brzegowe w zakresie napełnień i przepływów, które określają przedziały stosowania określonych formuł matematycznych do opisu procesów hydraulicznych podczas przepływu ścieków w poszczególnych elementach składowych zbiornika retencyjnego, współdziałającego z siecią kanalizacyjną znajdującą się powyżej i poniżej analizowanego zbiornika.

4. Podsumowanie

Stosowanie zbiorników retencyjnych w kanalizacji daje możliwość znacznego podniesienia efektywności inwestycji kanalizacyjnych poprzez zwiększenie wskaźników charakteryzujących stopień wykorzystania przekrojów kanałów przy zachowaniu określonego poziomu niezawodności ich działania.

Przy ustalaniu potrzebnej kubatury zbiorników retencyjnych podstawową kwestią jest ustalenie miarodajnego hydrogramu, występującego podczas trwania deszczu krytycznego, który decyduje o pojemności użytkowej zbiornika.

Modelowanie matematyczne związane z opisem teoretycznym przebiegu procesu akumulacji ścieków deszczowych w zbiornikach klasycznych wymagało ustalenia założeń na bazie sformułowanego modelu hydraulicznego ich działania z uwzględnieniem przyjętej metody do obliczania miarodajnych przepływów ścieków deszczowych w kanalizacji.

Literatura

- [1] Desbordes M.: Quelques methodes de calcul des bassins de retenue des eaux pluviales. Centrale Belge d'Etude et de Documentation des AVRLL. Nr 377, 1975.
- [2] Gomez M., Sanchez H., Vazquez S.: Pre-sizing of detention basins. 4-th International Conference on Innovative Technologies in Urban Drainage NOVOTECH 2001, Vol. 1, Lyon 2001, p. 555-562.
- [3] Abwassertechnik, Lehr und Hanbuch. Band 1 und 2. Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1982.
- [4] Zawilski M.: Prognozowanie wielkości odpływu i ładunków zanieczyszczeń ścieków opadowych odprowadzanych z terenów zurbanizowanych. Monografia habilitacyjna 792. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1997.
- [5] Dziopak J.: Analiza teoretyczna i modelowanie wielokomorowych zbiorników retencyjnych w kanalizacji. Monografia habilitacyjna 125. Zakłady Graficzne Politechniki Krakowskiej, Kraków 1992.
- [6] Dziopak J.: Modelowanie wielokomorowych zbiorników retencyjnych w kanalizacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.
- [7] Dziopak J., Słyś D.: Modelowanie zbiorników klasycznych i grawitacyjno-pompowych w kanalizacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2007.
- [8] Dziopak J.: Model matematyczny zbiornika retencyjnego kanalizacji deszczowej. Monografia 31. Zakłady Graficzne Politechniki Krakowskiej, Kraków 1984.

**MODELING OF CLASSIC STORAGE RESERVOIRS
FOR HYDRAULIC RELIEF OF SEWAGE SYSTEMS.
PART. I. ELABORATION OF MATHEMATICAL
MODEL CONCEPTION**

S u m m a r y

The paper presents the role and significance of storm water flow regulation with the help of storage reservoirs for hydraulic relief of sewage systems. Mathematical model assumption and conception is presented for through-flow classic reservoir functioning in gravital arrangement.

Złożono w redakcji we wrześniu 2008 r.