

Maciej MROWIEC, Kamil PLUTA*

INNOWACYJNA KONSTRUKCJA OSADNIKA ŚCIEKÓW OPADOWYCH

W pracy przedstawiono problem ochrony jakości wód powierzchniowych poprzez ograniczenie zrzutu nieoczyszczonych ścieków opadowych do odbiornika. W opracowaniu opisano główne zanieczyszczenia występujące w ściekach opadowych i przedstawiono skład jakościowy wód opadowych trafiających do systemu kanalizacji deszczowej. Przedstawiono źródła powstawania i czynniki wpływające na zmienność zanieczyszczeń występujących w spływach opadowych. Zaprezentowano także mechanizm transportu zanieczyszczeń. Ścieki opadowe odprowadzane do odbiorników powierzchniowych lub wprowadzane do gruntu muszą spełniać wymogi określone przepisami. Głównym zanieczyszczeniem występującym w ściekach opadowych jest zawiesina, która jest także nośnikiem innych zanieczyszczeń znajdujących się w spływach opadowych. W licznych badaniach stwierdzono ścisłe zależności pomiędzy ilością zawiesiny ogólnej a stężeniem niektórych zanieczyszczeń. Do jej usuwania stosuje się różne urządzenia. W pracy opisano klasyczny osadnik ścieków deszczowych. Przedstawiono jego budowę, a także sposób doboru i projektowania. Klasyczne osadniki ścieków deszczowych to urządzenia, które posiadają liczne wady, dlatego też należy szukać nowych rozwiązań technicznych pozwalających usunąć zawiesinę występującą w ściekach opadowych. W pracy zaprezentowano nowe urządzenie, które łączy w sobie funkcję osadnika i zbiornika retencyjnego. Opracowane rozwiązanie pozwala zwiększyć stopień podczyszczania ścieków opadowych oraz zapewnić automatyczne odprowadzenie osadów do systemu kanalizacji ściekowej.

1. WSTĘP

Ograniczenie zrzutu ścieków opadowych do odbiornika jest obecnie jednym z najważniejszych działań zapewniającym odpowiednią ochronę wód powierzchniowych. Prowadzone w ostatnich latach badania potwierdzają znaczny wzrost ilości zanieczyszczeń występujących w spływie powierzchniowym, a także większą objętość samych ścieków deszczowych odprowadzanych do sieci kanalizacyjnej. Spowodowa-

* Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Instytut Inżynierii Środowiska, ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa, mrowiec@is.pcz.czyst.pl, kamil-pluta@o2.pl.

ne jest to głównie przez rozbudowę miast i wynikające z tego zwiększenie powierzchni nieprzepuszczalnych. Najbardziej niekorzystne dla odbiornika są spływy z terenów silnie zanieczyszczonych, centrów miast, terenów przemysłowych, a także ośrodków handlowo-usługowych. Spływ ścieków deszczowych z dużym ładunkiem zanieczyszczeń może spowodować w odbiorniku wiele niekorzystnych zjawisk, z których najważniejsze to [2, 7, 12]:

- zmętnienie wody, która prowadzi do zmniejszenia intensywności przebiegu fotosyntezy,
- eutrofizację spowodowaną wypłukiwaniem nawozów sztucznych,
- nagromadzenie znacznych ilości zanieczyszczeń pływających,
- wprowadzenie znacznej ilości zawiesin mineralnych, które zawierają metale ciężkie i pestycydy,
- pojawienie się trudno rozkładalnych substancji pochodzenia organicznego,
- występowanie substancji ropopochodnych,
- skażenie wody bakteriami (typu fekalnego).

Wody deszczowe, które odprowadzano do odbiorników z wykorzystaniem systemu kanalizacji rozdzielczej, uważane były przez bardzo długi okres za względnie czyste, niemające znacznego wpływu na odbiornik. Badania wskaźników fizykochemicznych wykonywane w ostatnich latach w miastach zarówno polskich jak i zagranicznych pokazują, że suma rocznych ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych do odbiornika (w przeliczeniu na jeden hektar powierzchni zlewni) przez kanalizację rozdzielczą może być wyższa od wartości charakterystycznych dla kanalizacji ogólnospławnej [4, 7, 10]. Aby zapewnić odpowiednią ochronę wód powierzchniowych, które są odbiornikiem ścieków z obszarów zurbanizowanych, należy w dużym stopniu ograniczyć objętość zrzucanych ścieków opadowych, a także ilość zanieczyszczeń w nich zawartych. Można się spodziewać, że w niedalekiej przyszłości standardy dotyczące ochrony wód powierzchniowych przed zrzutami z kanalizacji deszczowej zostaną zaostrzone, spowoduje to konieczność modernizacji istniejących sieci kanalizacji deszczowych. Jednym z możliwych rozwiązań problemu może być stosowanie urządzeń do oczyszczania ścieków deszczowych. W pracy przedstawiony zostanie osadnik ścieków deszczowych, którego zastosowanie pozwoli w znacznym stopniu ograniczyć ilość zanieczyszczeń odprowadzanych do odbiornika.

2. ZANIECZYSZCZENIA WYSTĘPUJĄCE W ŚCIEKACH OPADOWYCH I ŹRÓDŁA ICH POWSTAWANIA

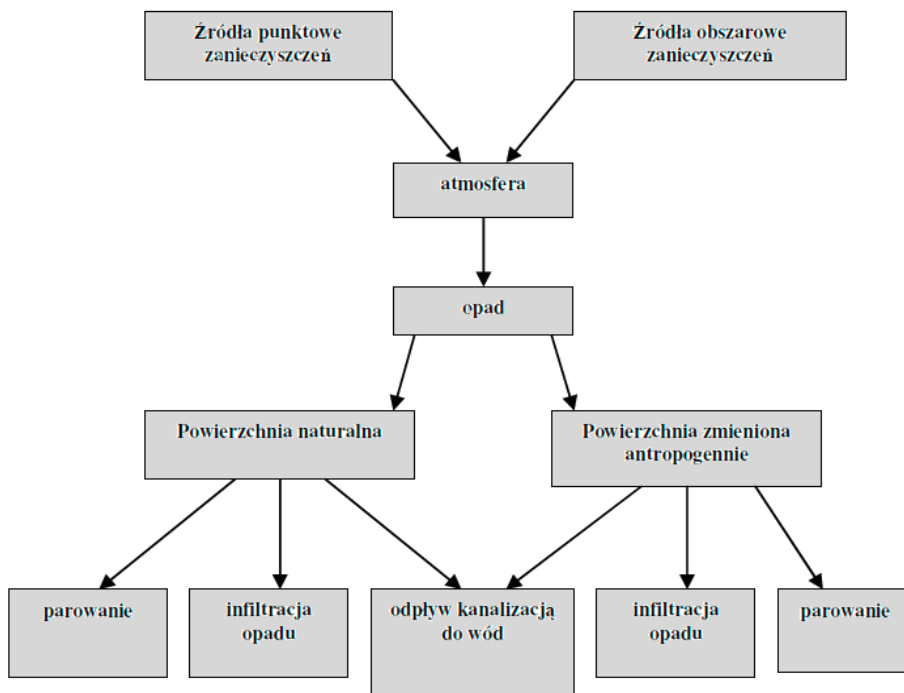
Ścieki opadowe cechuje przede wszystkim zmienność ilościowa i jakościowa. Do podstawowych grup zanieczyszczeń występujących w ściekach opadowych zaliczyć można [8, 9]:

- zawiesiny opadające i nieopadające,
- metale ciężkie,
- związki biogenne,
- substancje ropopochodne.

Na zmienność wyżej wymienionych zanieczyszczeń wpływa wiele czynników, z których najważniejsze to:

- stopień zanieczyszczenia atmosfery,
- rodzaj nawierzchni występujących w zlewni,
- rodzaj i natężenie ruchu,
- częstotliwość, staranność czyszczenia terenów utwardzonych w zlewni,
- sposób zimowego utrzymania dróg i zwalczania gołoledzi,
- charakterystyka opadu (jego rodzaj, natężenie, czas trwania oraz długość przerwy od poprzedniego opadu).

Skład ścieków deszczowych trafiających do odbiornika kształtuje się w kilku etapach. Źródła zanieczyszczeń w ściekach opadowych i ich transport przedstawiono na schemacie (rys. 1)



Rys. 1. Źródła zanieczyszczeń w ściekach opadowych i mechanizm ich transportu [8]

Woda deszczowa ulega zanieczyszczeniu już w trakcie opadu, wychwytyjąc z powietrza atmosferycznego zanieczyszczenia, takie jak: pyły i kurz unoszone z powierzchni terenu, dymy paleniskowe i przemysłowe, aerozole, cząstki niespalonego paliwa itp. Natomiast w czasie spłukiwania powierzchni zlewni spływ powierzchniowy kumuluje kolejne zanieczyszczenia, których ilość i charakter zależą w dużej mierze od cech zlewni, z której pochodzą.

Spływy opadowe można podzielić na podstawie kilku kryteriów. Najbardziej znany jest podział ze względu na źródło pochodzenia spływu. Na tej podstawie wyróżniamy spływy [12]:

- z obszarów obejmujących osiedla mieszkaniowe,
- z terenów przemysłowych,
- z ciągów komunikacyjnych,
- ze strefy obejmującej pola i lasy.

Ścieki deszczowe spływające z obszarów osiedli mieszkaniowych wykazują średnie zanieczyszczenie. Do charakterystycznych wskaźników zanieczyszczeń wód odpływających z tych terenów należą przede wszystkim: zawiesina ogólna, która w znacznej części pochodzi z opadającego na powierzchnię terenu pyłu (najczęściej ze spalania węgla oraz emisji pyłów z zakładów przemysłowych), substancje ropopochodne, ChZT, a także różnego rodzaju odpadki uliczne. Do kanalizacji mogą także trafiać okresowo inne zanieczyszczenia pochodzenia organicznego, takie jak opadłe liście, patyki czy pyłki roślinne. Zdarzają się także nielegalne podłączenia budynków i przedostanie się ścieków bytowych-gospodarczych do kanalizacji deszczowej. Zawartość zanieczyszczeń w spływach z osiedli mieszkaniowych związana jest z ich położeniem względem szlaków komunikacyjnych, fabryk i zakładów emitujących pyły [1, 2, 4, 5].

Z obszarów przemysłowych odprowadzane są wraz z opadami deszczu znaczne ilości zanieczyszczeń. Jednak ich skład jest różny w zależności od rodzaju przemysłu prowadzonego na danym obszarze. Na poziom zanieczyszczeń w spływach opadowych mają wpływ między innymi: stopień uporządkowania terenu wokół zakładu przemysłowego, sposób składowania chemikaliów i substancji niebezpiecznych oraz odpadów, umiejscowienie baz przeładunkowych i transportowych, a także wycieki i wody pochodzące z płukania urządzeń [1, 2, 12].

Z ciągów komunikacyjnych przedostają się do spływów głównie substancje będące produktami spalania paliw, w tym silnie toksyczne metale ciężkie i węglowodory aromatyczne, takie jak np. piren, fluoren, benzo(a)piren, także zawiesiny powstałe w wyniku zużywania się części samochodowych, korozji oraz oleje smary i paliwa [1, 2, 12].

Natomiast na tenarach rolniczych i zalesionych głównymi zanieczyszczeniami spływów opadowych są: nawozy sztuczne, środki ochrony roślin, gnojowica. W tym przypadku zachodzi niebezpieczne zjawisko przedostawania się do wód podziemnych zanieczyszczeń [1, 2, 12].

Skład i ilość niesionych zanieczyszczeń zależy jest także od pory roku. Spływy deszczowe znacznie różnią się od roztopowych, zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym występujących w nich zanieczyszczeń. Spływy roztopowe cechuje znacznie większy ładunek zanieczyszczeń przy mniejszej intensywności odpływu. Zanieczyszczenia akumulują się na powierzchniowej warstwie śniegu. Im dłużej zalega śnieg i lód, tym więcej zanieczyszczeń zostanie przez niego zaadsorbowane. Dodatkowo w spływach roztopowych występują środki do przeciwdziałania gołodzi, takie jak chlorki czy piasek, które powodują często silne zanieczyszczenie spływów oraz zamulanie wpustów deszczowych i kanałów. W tabeli 1 zebrano przeciętne wskaźniki zanieczyszczeń w ściekach opadowych.

Tabela 1. Przeciętne wskaźniki zanieczyszczeń ścieków opadowych [5, 12]

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Spływy deszczowe				Spływy roztopowe
		Jezdnie, drogi szybkiego ruchu	Centra handlowe	Tereny mieszkaniowe zwarte	Tereny mieszkaniowe luźne	Ogólnie obszar miasta
Zawiesina ogólna	g/m ³	300–1000	300–1000	200–500	100–300	200–5000
ChZT	gO ₂ /m ³	60–300	60–200	40–100	30–60	100–5000
BZT ₅	gO ₂ /m ³	30–100	30–80	20–50	10–30	20–300
Ropopochodne	g/m ³	5–30	do 100	do 100	do 50	do 250
Azot ogólny	gN/m ³	0,5–3,0	5–10	5–10	2–5	5–10
Fosfor ogólny	gP/m ³	0,5–3,0	0,5–3,0	0,2–1,0	0,1–0,5	1–5
Chlorki	gCl/m ³	10–50	10–50	500	10–50	do 10000
Ołów	gPb/kg Sm	0,2–2	0,2–2	0,2–0,5	0,1–0,2	0,2–2
Cynk	gZn/kg Sm	0,5–5	0,5–5	0,5–5	0,5–5	0,5–5
Odczyn	pH	6,5–7,5	6,5–7,5	6,5–7,5	6,5–7,5	6,5–7,5

Ostatni etap kumulacji zanieczyszczeń przed odpływem ścieków deszczowych do odbiornika to przepływ przez sieć kanalizacji deszczowej. W tej fazie może nastąpić zatrzymanie pewnej ilości zawiesin w osadnikach wpustów ulicznych, a także odkładanie się osadów w kanałach, przy małych prędkościach przepływu, lub ich wymywanie podczas wystąpienia nawalnych opadów. Na tym etapie wpływ na końcową jakość ścieków zrzucanych do odbiornika mogą mieć lokalne urządzenia do podczyszczania ścieków opadowych (osadniki, separatory substancji ropopochodnych) [2, 5, 12].

Ścieki opadowe odprowadzane do odbiorników powierzchniowych lub wprowadzane do gruntu muszą spełniać wymogi określone przepisami. Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. (Dz. U. RP.

2014, poz. 1800) w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, wody opadowe lub roztopowe, pochodzące z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej mogą być wprowadzane do wód lub do ziemi, o ile nie zawierają substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/dm^3 zawiesin ogólnych oraz 15 mg/dm^3 węglowodorów ropopochodnych [11]. Jeżeli w ściekach opadowych stwierdza się przekroczenie norm należy je bezwzględnie oczyścić przed wprowadzeniem do gruntu lub wód powierzchniowych. Zmniejszenie ilości zanieczyszczeń w ściekach deszczowych można osiągnąć poprzez [2, 8, 9]:

- ograniczenie zanieczyszczenia atmosfery,
- zmniejszenie zanieczyszczeń spłukiwanych z powierzchni zlewni poprzez zwiększenie częstotliwości zamiatania ulic, przestrzeganie zasad transportu materiałów sypkich, odpowiednie gospodarowanie odpadami stałymi, wyeliminowanie z ruchu niesprawnych pojazdów z wyciekami płynów eksploatacyjnych, kontrola ilości stosowanych środków zapobiegających gołoledzi,
- stosowanie urządzeń do oczyszczania lub podczyszczania ścieków deszczowych.

3. ZAWIESINA W ŚCIEKACH OPADOWYCH

Główne zanieczyszczenie ścieków opadowych stanowi zawiesina, która jednocześnie jest jednym z najważniejszych parametrów przy ocenie stopnia zanieczyszczenia wód opadowych. W ściekach opadowych pochodzi ona przede wszystkim z występujących w powietrzu pyłów i aerozoli oraz spłukiwanych z powierzchni zlewni zanieczyszczeń, takich jak: produkty ścierania nawierzchni i opon, zmiotki uliczne i pozostałości niespalonych paliw, a także erozji gruntu. Ilość występującej zawiesiny jest zróżnicowana i zależy od wielu czynników związanych głównie z rodzajem i stopniem uszczelnienia zlewni, intensywnością ruchu pojazdów, a także parametrami charakteryzującymi opad. Stężenie zawiesin waha się w znacznym zakresie i zwykle przekracza dopuszczalną przepisami wartość. W tabeli 2 zestawiono średnie stężenie zawiesin występujących w ściekach opadowych w zależności od charakteru powierzchni, z której nastąpił odpływ ścieków deszczowych.

W ściekach deszczowych przeważa zdecydowanie zawiesina mineralna – około 80 do 99%. Większe stężenia zawiesiny organicznej występują w przypadku takich zlewni jak place targowe, tereny zielone, a także jesienią na skutek opadania liści. Obserwowane jest także znaczne występowanie zawiesiny w spływach roztopowych. Ma ona wtedy głównie charakter mineralny, szczególnie wtedy, gdy do zapobiegania gołoledzi stosuje się piasek lub inne kruszywa mineralne [5, 6]. Występująca w ściekach deszczowych zawiesina jest także nośnikiem innych zanieczyszczeń znajdujących się

w spływach opadowych. W licznych badaniach stwierdzono ściśle zależności pomiędzy ilością zawiesiny ogólnej a stężeniem niektórych zanieczyszczeń, takich jak np.: związki organiczne, metale ciężkie, substancje ropopochodne. Szczególnie podatna na sorpcję zanieczyszczeń jest najdrobniejsza frakcja zawiesin głównie, glina i cząstki ilaste. Tabela 3 przedstawia procentowy udział zanieczyszczeń związanych z zawiesiną w stosunku do ich całkowitej zawartości w ściekach opadowych.

Tabela 2. Średnie stężenie zawiesin występujących w ściekach opadowych w zależności od charakteru powierzchni, z której nastąpił odpływ ścieków deszczowych (Częstochowa - opad dnia 18.07.2009) [8]

Czas [min]	Stężenie zawiesin [g/m ³]		
	Powierzchnia dachu przy ulicy Brzeźnickiej	Ulica Brzeźnicka	Droga krajowa DK 1
0	62,3	423,0	538,5
15	41,0	601,0	180,0
30	20,5	109,0	108,0

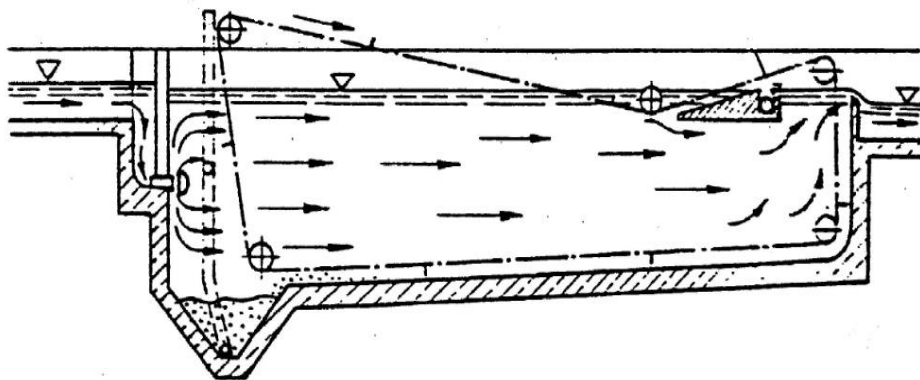
Tabela 3. Udział zanieczyszczeń związanych z zawiesiną w stosunku do ich całkowitej zawartości w ściekach opadowych [5]

Zanieczyszczenie	Procentowy udział zanieczyszczeń związanych z zawiesiną
ChZT	83 - 92
BZT ₅	90 - 95
Azot ogólny	65 - 80
Węglowodory	82 - 99
Ołów	97 - 99

4. OSADNIKI KLASYCZNE

Sedymentacja zawiesin odbywa się w różnym stopniu we wszystkich elementach systemu kanalizacji deszczowej. W prowadzonych dotychczas badaniach stwierdzono, że proces ten znacznie lepiej przebiega w spływach pochodzących z opadów o dużej intensywności. Spowodowane jest to tym, że opad o małej intensywności powoduje splukiwanie ze zlewni zawiesiny, w której większość stanowią cząstki o małych rozmiarach i nawet po dłuższym czasie w ściekach pozostaje znaczna część zawiesiny trudnoopadającej [3, 5].

Urządzeniami, których głównym zadaniem jest zatrzymanie jak największej ilości zawiesiny są osadniki. W kanalizacji deszczowej osadniki są najczęściej adaptacją osadników stosowanych przy oczyszczaniu ścieków bytowo-gospodarczych. Ich głównym zadaniem jest zatrzymanie przede wszystkim zawiesiny mineralnej. Najczęściej stosowane są klasyczne osadniki poziome. Najlepsze efekty oczyszczania uzyskuje się stosując osadniki płytke, których powierzchnia jest stosunkowo duża. Zarówno głębokość urządzenia jak i czas przepływu ścieków przez osadnik nie mają wpływu na efektywność usuwania zawiesin ziarnistych. Stosunek głębokości do długości osadnika powinien mieścić się od 1:20 do 1:30. Takie rozwiązanie konstrukcji urządzenia ma przeciwdziałać prądom gęstościowym, których występowanie w osadnikach ścieków deszczowych spowodowane jest nieustalonym charakterem koncentracji zanieczyszczeń. W osadniku na odpływie stosuje się urządzenia do zbierania pływających zanieczyszczeń, a także do usuwania wyflotowanych substancji ropopochodnych. Zaleca się łączenie funkcji osadnika z funkcją zbiornika retencyjnego. Wymaga to jednak opracowania urządzenia, którego konstrukcja spełni odpowiednie warunki projektowe. W takim przypadku musi być zapewniona odpowiednia redukcja strumienia odpływu (determinująca objętość zbiornika) oraz odpowiednie obciążenie hydrauliczne (determinujące powierzchnię zbiornika) [2, 3]. Schemat klasycznego osadnika ścieków deszczowych przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat klasycznego osadnika poziomego [2]

W trakcie projektowania osadników należy stosować się do metod opartych na teorii sedymentacji odrębnych cząstek. W ściekach opadowych są to zawiesiny mineralne, ziarniste, które stanowią w przybliżeniu 70% całkowitej zawartości zawiesiny ogólnej. Ważne jest, aby obciążenie hydrauliczne projektowanego osadnika ścieków deszczowych nie było większe niż prędkość opadania cząstek zawiesin (v_{op}), które

mają być zatrzymane w urządzeniu. Dlatego istotne jest empiryczne określenie prędkości opadania zawiesiny występującej w ściekach opadowych. Powierzchnia osadnika (F_{os}) w planie powinna wynosić [2, 3]:

$$F_{os} = \alpha_{os} \frac{Q}{Q_F} \quad [\text{m}^2] \quad (1)$$

gdzie:

F_{os} – strumień dopływu do osadnika, [m^3/h],

q_F – powierzchniowe obciążenie hydrauliczne osadnika, równe prędkości opadania cząstek zawiesiny (v_{op}), [m/h] lub [$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$],

α_{os} – współczynnik bezpieczeństwa większy niż 1,25.

Wartość obciążenia hydraulicznego przyjmuje się w zależności od wielkości ziaren, które należy zatrzymać w osadniku. Szacunkowy stopień redukcji zawiesiny ogólnej w zależności od obciążenia hydraulicznego osadnika przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Szacunkowy stopień redukcji zawiesiny ogólnej w osadniku [2, 6]

Stopień redukcji zawiesiny ogólnej [%]	60	70	80
Maksymalne obciążenie hydrauliczne [$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]	36	14	7
Minimalna średnica zatrzymanych zawiesin ziarnistych [μm]	150	90	60

5. OSADNIK ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH – NOWE ROZWIĄZANIE

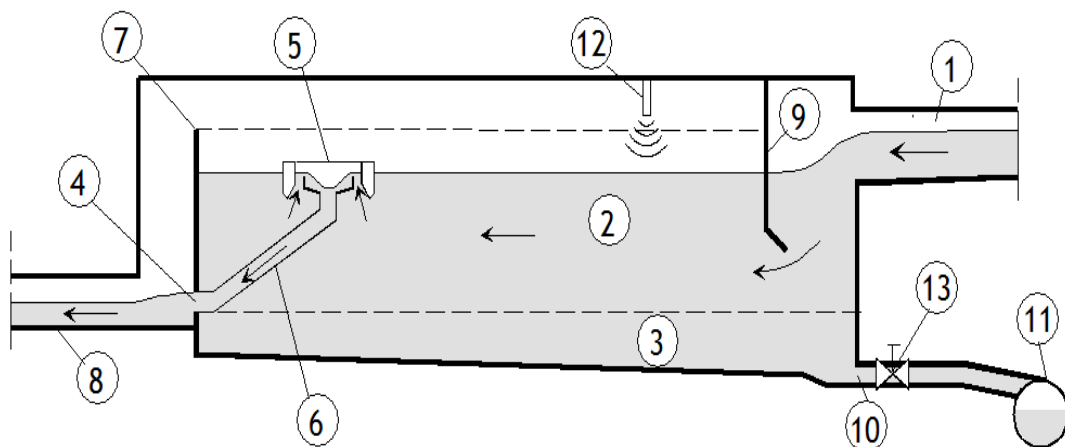
W pracy przedstawiony zostanie wariant wykonania osadnika przeznaczonego dla podczyszczania ścieków opadowych (deszczowych bądź roztopowych) przed ich zrzućtem do odbiornika (rys. 3). Konstrukcja znajduje zastosowanie przede wszystkim w systemach kanalizacji deszczowej i wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba zagospodarowania wód opadowych. Dopływ ścieków odbywa się poprzez kanał doprowadzający (1) zlokalizowany w górnej części głównej komory osadnika. W strefie wlotowej zlokalizowana jest ścianka, służąca rozpraszaniu energii strumienia ścieków (9). Przegroda ta pełni rolę deflektora dla strumienia napływających ścieków, a w celu poprawienia jej działania dolna część przegrody odchylona jest w kierunku kanału doprowadzającego ścieki. Objętość komory retencyjnej dzieli się na objętość retencyjną (2) oraz osadową (3) – rozdział objętości jest określony przez położenie otworu spustowego (4). Odpływ z komory osadnika odbywa się poprzez regulator przepływu, jakim jest przelew pływający, połączony przewodem przegubowym (6) z otworem spustowym (4) w przegrodzie przelewowej. Konstrukcja przelewu umożliwi utrzymanie stałej wartości strumienia odpływu, niezależnie od chwilowego napełnienia osadnika.

Przelew pływający jest wyposażony w przegrody uniemożliwiające odpływ:

- zanieczyszczeń unoszących się na powierzchni ścieków w komorze,
- cieczy o gęstości mniejszej niż gęstość ścieków (substancje ropopochodne).

Dla potrzeb zabezpieczenia zbiornika przed przepełnieniem zbiornik powinien być wyposażony w przegrodę przelewową (7), pełniącą funkcję przelewu awaryjnego. Krawędź górna przegrody przelewowej znajduje się na wysokości maksymalnego dopuszczalnego napełnienia zbiornika. W celu zabezpieczenia przed przedostaniem się do kanału odpływowego zanieczyszczeń o niepożądanych gabarytach, pomiędzy przegrodą przelewową, a górną ścianką komory retencyjnej powinna być zamocowana przegroda perforowana. Odprowadzenie ścieków następuje kanałem odpływowym (8).

Dno zbiornika ma spadek w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu ścieków przez komorę. W najniższym położonym punkcie dna komory zlokalizowany jest otwór do spustu części osadowej zbiornika (10). Otwór ten połączony jest hydraulicznie przewodem z siecią kanalizacji ściekowej (11). Opróżnianie części osadowej jest sterowane poprzez układ, składający się z czujnika napełnienia zbiornika (12) oraz elektrozasady (13). Umożliwia to odpływ objętości osadowej, dopiero od momentu całkowitego opróżnienia objętości retencyjnej (2). Schemat osadnika ścieków deszczowych przedstawiono na rysunku nr 3.



Rys. 3. Schemat osadnika ścieków deszczowych

Układ automatycznego sterowania może być zastąpiony przez układ hydrauliczny tam, gdzie doprowadzenie energii elektrycznej jest problematyczne. Zastosować można wtedy zawór pływakowy, który będzie otwierał światło otworu spustowego przy obniżeniu się zwierciadła w komorze retencyjnej, poniżej poziomu rozdziału objętości

retencyjnej i osadowej.

Wariantem wykonania proponowanego osadnika ścieków deszczowych może też być brak układu opróżniania części osadowej na rzecz okresowego opróżniania osadów przez pojazdy asenizacyjne. Jest to rozwiązanie mniej korzystne pod względem technicznym.

Wadą standardowych osadników jest to, że nie posiadają zdolności retencyjnej. Strumień objętości dopływu ścieków do urządzenia jest równy strumieniowi odpływu. Opisana powyżej konstrukcja osadnika umożliwia utrzymanie stałej wartości strumienia odpływu i zapewnia optymalne wykorzystanie pojemności retencyjnej zbiornika oczyszczającego ścieki opadowe. W czasie trwania opadów o dużej intensywności, może dochodzić, w przypadku standardowych osadników, do wypłukiwania znajdujących się na dnie osadów. Efektem tego zjawiska mogą być stężenia zawiesiny wyższe niż na wlocie. Dodatkowo, wraz ze wzrostem obciążenia hydraulicznego osadnika zmniejsza się w znacznym stopniu jego zdolność do redukcji zawiesiny. Konstrukcja zaproponowanego osadnika w większym stopniu ogranicza występowanie tych zjawisk. W opisywanym urządzeniu osady odprowadzane są na bieżąco do kanalizacji ściekowej, dlatego nie ma możliwości wypłukiwania znajdujących się w części osadowej zanieczyszczeń. Dzięki opracowanemu rozwiązaniu zwiększony zostanie stopień podczyszczania ścieków opadowych oraz zapewnione zostanie automatyczne odprowadzenie osadów do systemu kanalizacji bytowo-gospodarczej.

6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Ograniczenie zrzutu ścieków opadowych do odbiornika stanowi jedno z najważniejszych działań, które pozwala zapewnić odpowiednią ochronę wód powierzchniowych. Ścieki opadowe cechuje przede wszystkim zmienność ilościowa i jakościowa. Woda deszczowa ulega zanieczyszczeniu już w trakcie opadu, natomiast w czasie spływania powierzchni zlewni, spływ powierzchniowy kumuluje kolejne zanieczyszczenia. Główne zanieczyszczenie ścieków opadowych stanowi zawiesina, która jednocześnie jest jednym z najważniejszych parametrów przy ocenie stopnia zanieczyszczenia wód opadowych, a także nośnikiem innych zanieczyszczeń znajdujących się w spływach opadowych. Zaostrzenie standardów dotyczących ochrony wód powierzchniowych przed zrzutami z kanalizacji deszczowej może w przyszłości spowodować konieczność rozbudowy istniejących sieci kanalizacji deszczowych o urządzenia do podczyszczania ścieków opadowych. Urządzeniami, których głównym zadaniem jest zatrzymanie jak największej ilości zanieczyszczeń – zawiesiny są osadniki. Przedstawiony w opracowaniu wariant wykonania osadnika przeznaczonego dla podczyszczania ścieków opadowych stanowi rozwiązanie, pozwalające w znacznym stopniu ograniczyć ilość zanieczyszczeń trafiających do odbiornika. Konstrukcja znaj-

duże zastosowanie przede wszystkim w systemach kanalizacji deszczowej lub gdy istnieje potrzeba zagospodarowania wód opadowych. Nowe urządzenie łączy w sobie funkcję osadnika i zbiornika retencyjnego. Opracowane rozwiązanie pozwala zwiększyć stopień podczyszczania ścieków opadowych oraz zapewnia automatyczne odprowadzenie osadów do systemu kanalizacji ściekowej (bytowo-gospodarczej).

LITERATURA

- [1] DĄBROWSKI W., *Oddziaływanie sieci kanalizacyjnych na środowisko*, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2004.
- [2] FIDALA-SZOPE M., *Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami ścieków opadowych z kanalizacji deszczowej i półrozdzielczej*, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, 1997.
- [3] HELDRICH A., WITKOWSKI A.: *Urządzenia do oczyszczania ścieków. Projektowanie, przykłady obliczeń*, Wydawnictwo „Seidel Przywecki” Sp. zo.o. Warszawa 2005.
- [4] KOTOWSKI A., *Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów*, Wydawnictwo Seidel-Przywecki (Wydanie I), Warszawa 2011.
- [5] KRÓLIKOWSKI A., GRABARCZYK K., GWOŹDZIEJ-MARUR J., Butarewicz A., *Osady powstające w obiektach systemu kanalizacji deszczowej*, Monografia Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 35, Wyd. Drukarnia LIBER DUO s.c., Lublin, 2006.
- [6] KRÓLIKOWSKA J., *Urządzenia inżynierskie z ruchem wirowym stosowane na sieci kanalizacyjnej do zmniejszenia ładunku zawiesiny w ściekach deszczowych*, Inżynieria Ekologiczna 2011 Nr 26.
- [7] MROWIEC M., *Efektywne wymiarowanie i dynamiczna regulacja kanalizacyjnych zbiorników retencyjnych*, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2009.
- [8] OCIEPA E., KISIEL A., LACH J., *Zanieczyszczenia wód opadowych spływających do systemów kanalizacyjnych*, Proceedings of ECOpole 2010, Vol. 4, No 2, 465–469
- [9] OCIEPA E., KISIEL A., LACH J., *Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami ścieków deszczowych z sieci kanalizacyjnych*, Proceedings of ECOpole 2009, Vol. 3, No 1, 115–120.
- [10] OSMULSKA-MRÓZ B., *Podstawy gospodarki wodno-ściekowej w miastach i osiedlach*, Komitet Wydawniczy Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa, 1990.
- [11] Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. (Dz.U. RP z dnia 16 grudnia 2014 poz. 1800) w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego
- [12] ZAWILSKI M., *Prognozowanie wielkości odpływu i ładunków zanieczyszczeń ścieków opadowych odprowadzanych z terenów zurbanizowanych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, Łódź, 1997.

INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTION OF SEDIMENTATION TANK

This paper presents the problem of protection of surface water quality by reducing the storm-water discharge to the receiver. The paper describes the main contaminants of stormwater and factors influencing the variability of pollutants found in stormwater runoff. It also presents the mechanism of transport of pollutants. The main contamination present in the stormwater are total suspended solids, which is also a carrier of other contaminations present in stormwater runoff. Many studies have found a close relationship between the amount of total suspended solids and the concentration of certain pollutants. For remov-

al of TSS are used various devices. This paper describes the classic sedimentation tank and also presents the construction, and the manner of selection and design of sedimentation tank. Classic sedimentation tanks have many disadvantages. The paper presents a new device that combines the function of sedimentation tank and storage tank. The developed solution allows to increase the level of treatment of stormwater and provides automatic discharge of TSS into the sewage system.