

JAKUB KISIEL, ADAM KISIEL, ROBERT MALMUR, MACIEJ MROWIEC\*

## ZBIORNIK RETENCYJNY STACJI ZLEWNEJ TYPU PERFECTUS

### STORAGE TANK PERFECTUS FOR A SEPTIC STATION

#### Streszczenie

Rekomendowany retencyjny zbiornik stacji zlewnej dzięki podciśnieniowemu sposobowi opróżniania z cieczy swych komór akumulacyjnych zapewnia odprowadzanie ścieków do oczyszczalni w sposób ciągły. Umożliwia także płynną regulację zmian ich natężenia odpływu, łącznie z natychmiastowym jego zatrzymaniem. Grawitacyjne napełnianie zamkniętych i odciętych od atmosfery komór akumulacyjnych zbiornika możliwe będzie dzięki zanurzeniu w cieczy wylotów przewodów odpowietrzających, ewentualnie – co bardziej efektywne – przez wprowadzenie ich we wznoszącą się część syfonu, którym zakończona będzie wówczas rura odpływu z każdej z komór. Komory akumulacyjne zbiornika w każdej fazie eksploatacyjnego przypadku działania tego zbiornika zapewnią przyjęcie dodatkowej określonej objętości ścieków dowiezionych wozami asenizacyjnymi. Sposób działania zamknięć (zasuw), za pośrednictwem których przy ich całkowitym otwarciu lub zamknięciu dana komora akumulacyjna znajduje się w fazie napełniania, względnie opróżniania, zagwarantuje stabilny odpływ ścieków do oczyszczalni, a dokonywany w sposób ciągły pomiar ich natężenia odpływu cechuje duża wiarygodność.

*Słowa kluczowe: retencja, zbiorniki kanalizacyjne, retencja podciśnieniowa*

#### Abstract

The recommended holding container thanks to the vacuum way of emptying its accumulation chambers of liquid guarantees accompanying of sewers to the sewage treatment plant into the constant way. He enables also a fluid regulation of changes of their straining the outflow, altogether with immediate with stopping it. Gravitational filling closed and cut off from the atmosphere accumulation chambers of the container will be enabled by plunging in liquid bleeding comparatively outlets of wires, every more effective through familiarizing them with the climbing part of the soda siphon, with which then the pipe of the outflow from every of chambers will be finished. In every phase of the exploitation case action of this container will guarantee accumulation Comoros of the container accepting the additional determined volume of sewers delivered some more on sewage carts. Modus operandi of locks (of bolts), via of which at their total opening or closing the given accumulation chamber is situated in a phase of filling comparatively emptying, will guarantee the stable sewage outfall to the sewage treatment plant, and a great credibility is characterizing the constant measurement made in the way of their straining the outflow.

*Keywords: retention of sewers, sewer container, holding vacuum chamber*

\* Dr inż. Jakub Kisiel, prof. dr hab. inż. Adam Kisiel, dr inż. Robert Malmur, dr inż. Maciej Mrowiec, Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii i Ochrony Środowiska, Politechnika Częstochowska.

## 1. Wstęp

Ekonomiczne unieszkodliwianie fekaliów w procesie biologicznego oczyszczania jest nadal aktualnym problemem skutecznej ochrony środowiska. W ostatnich latach można było zaobserwować wyraźny postęp w zakresie sprawności ich technicznego odbioru i przesyłu do oczyszczalni ścieków. Wzrost zainteresowania tą problematyką jest bardzo mocno umotywowany praktycznie. Brak ekonomicznie uzasadnionej konieczności podłączenia wielu rozproszonych domostw, w głównej mierze występującej na terenach górskich, do systemu istniejącej sieci kanalizacyjnej, względnie nieopłacalność realizacji uzbrojenia komunalnego dla niektórych zabudowanych terenów wymuszają wprowadzenie gospodarki ściekowej opartej na małych oczyszczalniach i szambach. Rozwiązanie to, polegające na wywozie płynnych nieczystości wozami asenizacyjnymi do stacji zlewnych, jest dodatkowo uzasadnione obowiązującymi wymogami co do jakości oczyszczanych ścieków, które mogłyby być odprowadzane do gruntu bądź do wód powierzchniowych. Obecnie występuje zatem spodziewany wzrost zapotrzebowania na wywóz płynnych nieczystości wozami asenizacyjnymi z małych oczyszczalni i szamb.

Zapewnienie w każdym przypadku odbioru płynnych nieczystości dowożonych przez wozy asenizacyjne do stacji zlewnej, a także umożliwienie kontrolowanego sterowania natężeniem odpływu ścieków do oczyszczalni powinny gwarantować specjalnej konstrukcji zbiorniki retencyjne. W przedkładanym rozwiązaniu przewidywany jest zbiornik o dwóch komorach retencyjnych, działających naprzemiennie, oraz komory trzeciej zwanej studnią rozdziału.

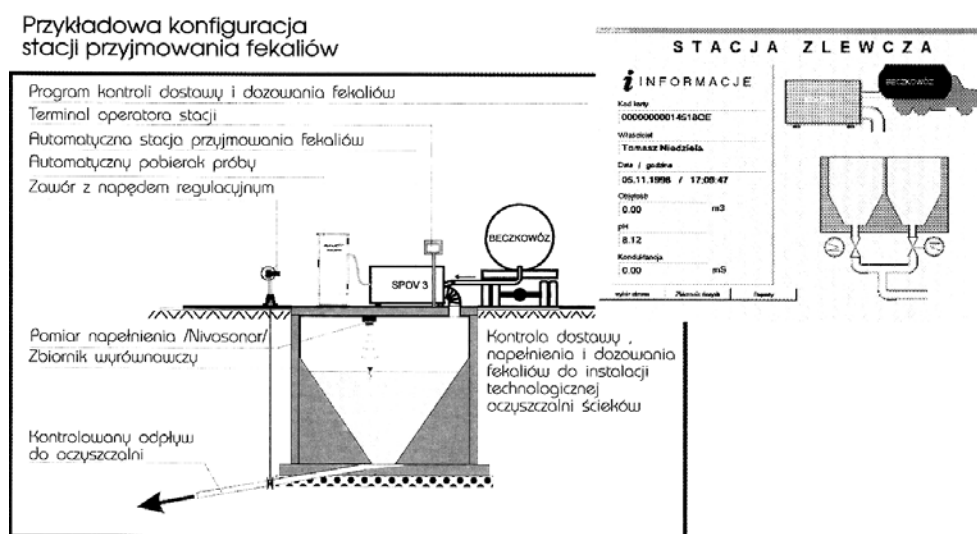
## 2. Stosowane w praktyce systemy przesyłu płynnych nieczystości

Charakterystycznym rozwiązaniem systemu kanalizacyjnego jest kanalizacja beznieciowa, zwana również bezodpływową. Ścieki odprowadzane instalacją kanalizacyjną spływają do zbiorników bezodpływowych zwanych szambami, a następnie są okresowo wywożone do oczyszczalni ścieków przez wozy asenizacyjne. Ten rodzaj kanalizacji stosowany jest na terenach o rzadkiej zabudowie oraz w tych miejscach, gdzie z ekonomicznego rachunku inny typ kanalizacji jest mniej korzystny. Zawartość szamba wywożona jest za pośrednictwem taboru asenizacyjnego. Opróżnianie szamba, jak również wozu asenizacyjnego na stacji zlewnej często dla najbliższego otoczenia oznacza emisję nieprzyjemnego zapachu i uciążliwego dźwięku pracy pomp. Podstawowym elementem wozu asenizacyjnego jest zbiornik na nieczystości płynne, zaopatrzony w mechanizm do napełniania i opróżniania. W Polsce najczęściej stosowane zbiorniki mają pojemności w zakresie od 3,5 do 11,5 m<sup>3</sup>. Najistotniejszym składnikiem mechanicznym umożliwiającym opróżnienie szamba jest pompa próżniowa, połączona ze zbiornikiem układem zaworów w sposób pozwalający na wytwarzanie nadciśnienia i podciśnienia. Aby w miarę możliwości do minimum zredukować uciążliwą pracę związaną z funkcjonowaniem wozu asenizacyjnego, proponuje się, aby na danym obszarze czas przetrzymywania fekaliów w zbiorniku był nie krótszy niż 7–14 dni.

Podstawowym elementem punktu zlewego są stacje zlewne, które służą do oddzielania skrutek od ścieków, które dowożone są wozami asenizacyjnymi. Odbiór ścieków z wozów asenizacyjnych umożliwia wstępne ich oczyszczenie z części stałych, pomiar odpowiednich

parametrów oraz rejestrację pochodzenia ścieków. W innych przypadkach ścieki dowożone do punktu zlewnego mają rejestrowane jedynie parametry i przesyłane są odpowiednią instalacją do oczyszczalni, gdzie wprowadzane są pod zwierciadło ścieków przed punktem mechanicznego oczyszczania.

Rozwiązanie takie zrealizowane zostało m.in. na oczyszczalni ścieków w Radomsku.



Rys. 1. Schemat działania 1- i 2-zbiornikowej stacji zlewnej POL-EKO-SERVICE [3]

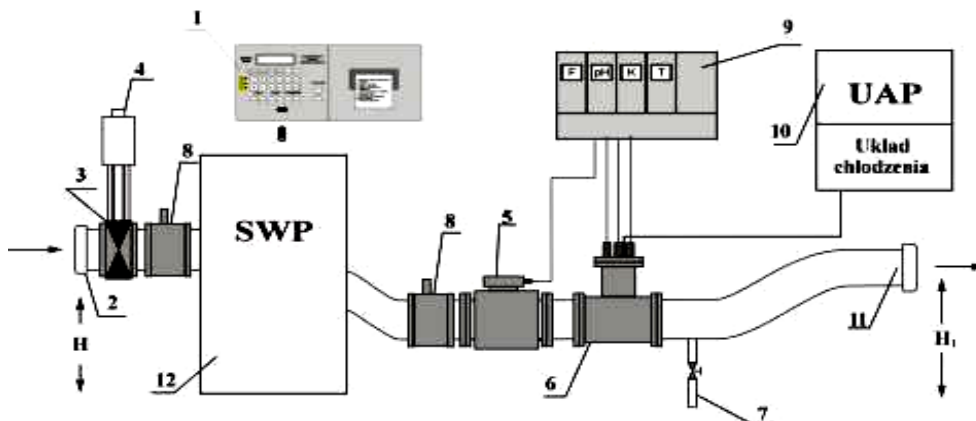
Fig. 1. Outline of action 1 and 2 of tank station for the septic station POL-EKO-SERVICE [3]

Rozwiązanie to przewiduje budowę jednej lub dwóch komór zbiornika, którego rolą będzie przyjmowanie i dokonywanie stosowanych pomiarów parametrów ścieków, a także retencyjną akumulację przy równoczesnym sterowaniu natężeniem odpływu ze zbiornika na oczyszczalnię.

Sterowanie odpływem ścieków ze zbiornika polega na otwieraniu lub zamykaniu zaworu sterowanego napędem regulacyjnym. Pomiar objętości ścieków wypływających ze zbiornika kontrolowany jest przez czujnik, który steruje napędem regulacyjnym zasuwę.

W rozwiązaniu dwukomorowym zbiornika retencyjnego odbioru ścieków następuje naprzemienne napełnianie jednej komory przy jednoczesnym opróżnianiu komory drugiej (POL-EKO-SERVICE).

Charakterystyką użytkową pracy wozu asenizacyjnego jest jego liczba kursów w ciągu doby. Zanieczyszczenia powinny być wywożone do najbliższej oczyszczalni ścieków w sposób zorganizowany i kontrolowany. Służyć temu mają punkty zlewne, dla których lokalizacja na terenie oczyszczalni ścieków jest najkorzystniejsza ze względów eksploatacyjnych. Z wielu jednak przyczyn nie zawsze udaje się umiejscowić punkt zlewny na terenie oczyszczalni i wówczas buduje się punkt zlewny jako osobny obiekt współdziałający z siecią kanalizacyjną.



Rys. 2. Schemat stacji zlewnej [1]: 1 – panel sterujący komputerem, 2 – złącze typu strażackiego, 3 – zasuwa nożowa  $\dot{C}$  125, 4 – siłownik pneumatyczny, 5 – przepływomierz Dn 125, 6 – kolektor pomiarowy, 7 – zawór spustowy, 8 – kolektor płuczący, 9 – panel pomiarowy, 10 – układ automatycznego próbkowania, 11 – rura wylotowa, 12 – sito z prasą do skratek

Fig. 2. Scheme of the central septic station [1]



Fot. 1. Przykładowy wóz asenizacyjny służący do wywozu ścieków z terenów nieskanalizowanych [4]

Photo 1. Model sanitation cart serving for the export of sewers from not-canalized lands [4]

Przydomowe oczyszczalnie wymagają dużej działki, pozwalającej na właściwe ułożenie drenażu oraz należytych warunków wodno-gruntowych. Niezbędne jest także wykonanie badań wodno-gruntowych, które będą miały decydujący wpływ przy wyborze rodzaju oczyszczalni lub jej całkowitemu odrzuceniu. Wielu inwestorów ma zbyt małą działkę na wykonanie oczyszczalni przydomowej, a niektórzy rezygnują z tego rozwiązania i wybierają szambo jako rozwiązanie prostsze i tańsze. Wymaga ono jednak częstego wywożenia gromadzonych w szambie ścieków, czasem nawet co dwa tygodnie. Wykonane szambo musi zapewniać całkowitą szczelność, by nieczystości nie przedostawały się do środo-

wiska. Wybór szamba ma również sens, gdy na rozpatrywanym terenie w bliskiej przyszłości (np. kilku lat) planowana jest budowa sieci kanalizacyjnej. Warto też wiedzieć, że niektóre szamba, np. trzykomorowe, można w przyszłości adaptować na prostą przydomową oczyszczalnię.

Ścieki odprowadzane z jednorodzinnych domostw są ściekami bytowo-gospodarczymi, które powstają w wyniku egzystencji i działalności człowieka. Ścieki bytowo-gospodarcze możemy podzielić na: ścieki czarne nazywane inaczej fekaliami oraz na ścieki szare pochodzące z łazienek, kuchni i pralni.

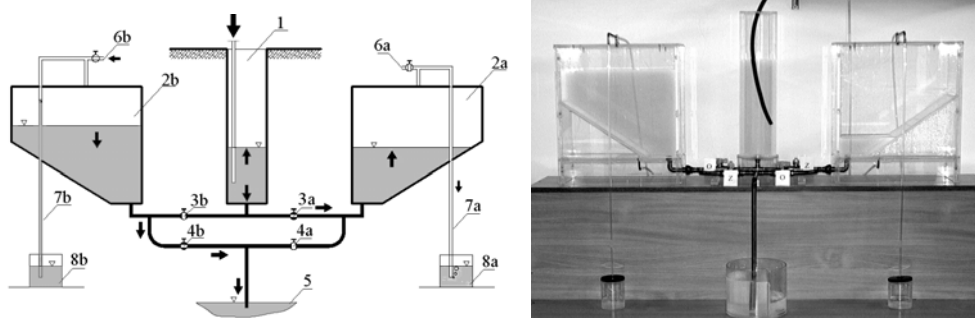
Ścieki oczyszczone odprowadzane są do odbiornika. Pod pojęciem odbiornika rozumie się środowisko wodne lub gruntowe, do którego odprowadzane są ścieki oczyszczone. Do odbiornika wodnego zaliczyć możemy wody płynące (rzeki), a także wody stojące (stawy, jeziora). Jako środowiska gruntowe rozumiemy górną warstwę gruntu, która w odpowiednich warunkach może służyć jako odbiornik ścieków oczyszczonych, zazwyczaj o głębokości ok. 3 m.

### **3. Konstrukcja i hydrauliczne działanie trzykomorowego zbiornika retencyjnego PERFECTUS na stacji zlewnej**

Przedstawiony w niniejszym artykule retencyjny zbiornik typu PERFECTUS ma dwie komory akumulacyjne, z których gdy jedna jest napełniana grawitacyjnie za pomocą studni rozdziału ścieków do poszczególnych komór, druga opróżniana jest podciśnieniowo. Komory retencyjne zbiornika i studia rozdziału połączone są układem rurociągów wyposażonym w cztery zasuw, które umożliwiają odpowiednie kierowanie przepływem strumienia ścieków. Komory retencyjne zbiornika ze względu na ich podciśnieniowe opróżnianie muszą zachować warunek szczelności, aby zapewnić precyzyjne sterowanie natężeniem odpływu. Podczas procesu napełniania jednej z komór, by umożliwić odpływ powietrza z jej zamkniętej objętości, instalowany jest odpowiedni przewód o zatopionym wylocie. Instalacja ta zapewnia samoczynne odprowadzanie powietrza z objętości komory, którą wypełniają płynne nieczystości. Po całkowitym napełnieniu komory następuje równoczesne otwarcie i zamknięcie odpowiedniej pary zasuw, co powoduje, że pozostająca w tej komorze ciecz znajdzie się w warunkach podciśnienia. Proces opróżniania komory retencyjnej zbiornika sterowany jest przez odpowiednie doprowadzanie powietrza w jej podstropową strefę. Cykl wypełniania jednej z komór powinien być zbieżny z czasem opróżniania komory drugiej. Sugerowanym czasem wypełniania i opróżniania komór retencyjnych zbiornika jest cykl dobowy. Podstawowe badania prowadzono w aspekcie weryfikacji założonych procesów hydraulicznych, których spełnienie było niezbędnym warunkiem prawidłowego funkcjonowania zbiornika. W prowadzonych badaniach sprawdzano sytuacje ekstremalne działania zbiornika, prowadzące do zakłócenia przemiennego cyklu pracy jego komór. Efektem tych zabiegów było uzyskanie pozornej rezerwy pojemnościowej w celu zapewnienia ciągłego odbioru ścieków dowożonych wozami asenizacyjnymi.

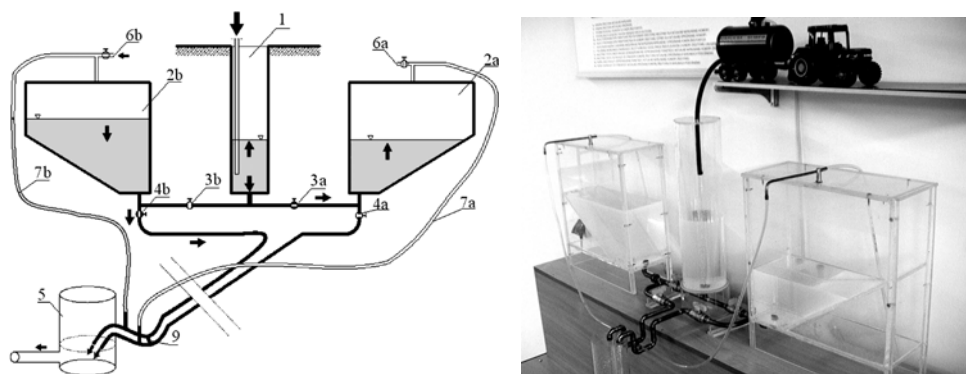
Liczne eksperymenty ustaliły pogląd, że wprowadzając taką dodatkową pojemność można uzyskać, powodując proces wyrównania poziomów napełnień w komorach zbiornika, lecz sposobem rekomendowanym będzie zmiana trwającego procesu działania komór na proces przeciwny. Oznacza to, że w chwili, kiedy komora będąca w procesie napełniania wypełniona jest całkowicie i nadal istnieje potrzeba odbioru ścieków, a komora druga będąca

z kolei w procesie podciśnieniowego opróżniania jest z reguły jeszcze częściowo napełniona, za pośrednictwem zasuw odwraca się proces działania w obu komorach. Obecnie dowożone ścieki będzie przyjmować komora dotychczas opróżniana, zaś w całkowicie wypełnionej komorze zapoczątkowany zostanie proces jej opróżniania.



Rys. 3. Model zbiornika retencyjnego typu PERFECTUS w podstawowej wersji jego rozwiązania

Fig. 3. Storage tank PERFECTUS designed for central septic stations



Rys. 4. Model retencyjnego zbiornika stacji zlewnej typu PERFECTUS w fazie bezciśnieniowego odpływu ścieków [2]

Fig. 4. Physical model of the PERFECTUS tank during free-surface outflow conditions [2]

Badania na modelu fizycznym zbiornika umożliwiły również sprawdzenie wersji zbiornika, w którym odprowadzenie ścieków z akumulacyjnych komór na oczyszczalnię realizowane jest grawitacyjnie za pośrednictwem kolektora (rys. 4). Pierwsza wersja transportu ścieków od stacji zlewnej do oczyszczalni zakłada ich odprowadzenie przewodem ciśnieniowym, którego wylot zatopiony musiałby być w punkcie odbioru (rys. 3). Warunek zatopienia wylotu rurociągu pod mało wahliwym zwierciadłem cieczy w punkcie odbioru ścieków w oczyszczalni stanowi warunek konieczny dla precyzyjnego podciśnieniowego sterowania natężeniem dopływu tych ścieków. W wersji z grawitacyjnym transportem ścieków na oczyszczalnię utrzymanie stałych warunków dla podciśnieniowego ich zrzutu z opróżnianej komory gwarantują blisko usytuowane wobec komór syfonowe ukształtowa-

nia wylotów ich rurociągów odpływowych. Syfonowe zakończenia rurociągów odpływowych z poszczególnych komór zbiornika wprowadzone są do studzienki, z której kolektor ścieki transportowane są na oczyszczalnię (rys. 4). Ukształtowanie wylotów rurociągów odpływowych komór w kształcie syfonów zabezpiecza procesy ich opróżniania przed niekontrolowanym napływem powietrza z atmosfery do ich wnętrza.

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Zagadnienia ściśle związane z odbiorem ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym do stacji zlewnych są wciąż bardzo istotne w działaniu na rzecz skutecznego realizowania procesu ich oczyszczania. Dowożenie ścieków do stacji z podmiejskich nieskanalizowanych obszarów jest zatem działaniem uzasadnionym koniecznością ich oczyszczania. W polskich warunkach taki sposób postępowania pozostaje nadal aktualny. Całkowite skanalizowanie obszarów pozamiejskich jest bowiem niemożliwe, zwłaszcza z powodu braku rzeczowego uzasadnienia ekonomicznego. Dotyczy to przede wszystkim obszarów górzystych lub obszarów o rozproszonej zabudowie.

Obecne rozwiązania w tym zakresie przewidują realizację zbiornika retencyjnego, z którego ścieki sanitarne odprowadzane są grawitacyjnie na kraty oczyszczalni. Rozwiązania te wyróżniają mało efektywne sposoby sterowania natężeniem odpływu tych ścieków do oczyszczalni, gdyż realizowane jest to z reguły przez odpowiednie otwieranie zasowy.

Ścieki dowożone woźami asenizacyjnymi do punktu ich zrzutu, jakim jest stacja zlewna, wymagają dokonania szybkiej oceny ich ładunku po to, aby można było ustalić właściwą proporcję ich zmieszania z dopływającymi ściekami do oczyszczalni.

Realizacja takiego zbiornika retencyjnego stacji zlewnej, który:

- umożliwiłby ich ewentualne, czasami niezbędne rozcieńczenie,
- zapewniałby przyjmowanie dowożonych ścieków w sposób ciągły,
- gwarantowałby niezawodną i pełną regulację natężenia odpływu ścieków do oczyszczalni,
- a także pozwalałby na właściwą rejestrację niezbędnych parametrów jakościowo-ilościowych tych ścieków,

stanowiłaby spełnienie oczekiwań z tym związanych, również w zakresie utrzymania optymalnych warunków działania ciągu technologicznego ich oczyszczania.

Uelastycznienie wszelkich możliwości sprzyjających wprowadzaniu odpowiednio przygotowanych ścieków sanitarnych do procesu ich oczyszczania, przy równoczesnym uniezależnieniu od częstości ich dostawy do stacji zlewnej, stanowi problem techniczny oczekujący wciąż na coraz to lepsze rozwiązania.

Prezentowany w niniejszym artykule trzykomorowy zbiornik retencyjny przeznaczony jest do przyjmowania nieczystości płynnych dowożonych przez wozy asenizacyjne do stacji zlewnej. Zapewnia on kontrolowany odpływ strumienia ścieków do oczyszczalni i może być w praktyce realizowany w dowolnym układzie wzajemnego ułożenia przestrzennego komór względem siebie. Komory zbiornika mogą przylegać do siebie, posiadając w ten sposób jedną wspólną ścianę, zaś studnia rozdziału ścieków stanowiąca jedną z komór zbiornika zlokalizowana wówczas może być w osi wspólnej przegrody. W innym przypadku komory zbiornika mogą być wzajemnie oddzielone od siebie i wówczas stud-

nia rozdziału może znajdować się w środku między komorami, tak jak to pokazano na rys. 3 i 4.

Przedstawiony trzykomorowy zbiornik retencyjny jest rozwiązaniem alternatywnym do rozwiązań prezentowanych w literaturze fachowej oraz do tych rozwiązań, które zastosowane zostały już w praktyce inżynierskiej.

System rurociągów łączący poszczególne komory zbiornika i studnie rozdziału mogą mieć tak dobraną średnicę rur, by zapewniały one – z jednej strony – niezakłócony odpływ ścieków nieoczyszczonych jeszcze mechanicznie, zaś ze strony drugiej – by przyjęte średnice tych rur w swym wymiarze miały uzasadnienie ekonomiczne. Otwieranie i zamykanie zasuw układu rurociągu powinno być realizowane za pośrednictwem silników elektrycznych, przy czym w każdym przypadku działania poszczególnych komór zbiornika ich stan powinien odpowiadać zawsze pełnemu otwarciu i zamknięciu. Bezwzględnie niezalecane są tu jako zamknięcia przepustnice, które wprawdzie mogą być szybko otwierane i zamykane, ale w prześwicie otwartej przepustnicy pozostaje jej serce mogące zatrzymać nieczystości stałe i deformować kontrolę odpływu ścieków do oczyszczalni. Stosowanie zatem zasuw, które przy pełnym otwarciu pozostawiają całkowite wolne i pełne światło przekroju odpływowego jest gwarantem niezawodności działania sterowanego systemu odprowadzenia ścieków do oczyszczalni.

Sterowanie natężeniem odpływu ścieków ze zbiornika retencyjnego stacji zlewnej do oczyszczalni za pomocą dozowania dopływu powietrza do opróżnianej komory zbiornika umożliwi w prosty sposób szybką zmianę wartości tego natężenia odpływu, natychmiastowe jego zatrzymanie i ponowne uruchomienie. Takie podciśnieniowe sterowanie odpływem cieczy ze zbiornika nie ogranicza górnych wartości stosowanych średnic dla rurociągu odpływowego, ponieważ o wartości natężenia przepływu w tych rurociągach decyduje ilość powietrza doprowadzanego z atmosfery do opróżnianej komory zbiornika. Ponieważ przewidywane jest ciągle monitorowanie (pomiar) natężenia odpływu ścieków z komory, które regulowane jest przez stosowne napowietrzanie komory, to własności fizyczne ścieków, które stanowią o oporach ruchu, nie znajdują tu uzasadnienia w kontekście potrzeby ich znajomości w procesie dystrybucji ścieków ze stacji zlewnej do oczyszczalni.

Do zalet prezentowanego rozwiązania retencyjnego zbiornika należy zaliczyć również możliwość szybko uzyskiwanej rezerwy pojemnościowej otrzymywanej w wyniku zmiany cyklu działania komór, względnie w efekcie wyrównywania poziomów nappełnień w komorach zbiornika, przy chwilowym w tym przypadku wstrzymaniu odpływu ścieków do oczyszczalni.

## Literatura

- [1] ENKO, Instrukcja eksploatacyjna stacji zlewnej ścieków STZ, Materiały informacyjne, Gliwice 2000.
- [2] Kisiel J., *Hydrauliczna analiza współdziałania stacji zlewnej z oczyszczalnią ścieków*, rozprawa doktorska, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2006.
- [3] POL-EKO-SERVICE Sp. z o.o., Stacje przyjmowania ścieków z beczkowozów, Materiały informacyjne firmy.
- [4] [www.meprozet.home.pl](http://www.meprozet.home.pl).