

Joanna HYPIAK
Politechnika Rzeszowska

KONCEPCJA ZBIORNIKA INFILTRACYJNO- -RETENCYJNEGO ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH Z KOMORĄ OSADOWĄ

W pracy zaprezentowano koncepcję zbiornika infiltracyjno-retencyjnego oraz możliwości jego zastosowania. Przedstawiono podstawy wymiarowania urządzenia oraz zwrócono uwagę na ograniczenia związane z projektowaniem obiektów odciążających sieć. Podkreślona została złożoność funkcjonowania zbiornika ze względu na wykorzystane w nim procesy.

1. Wprowadzenie

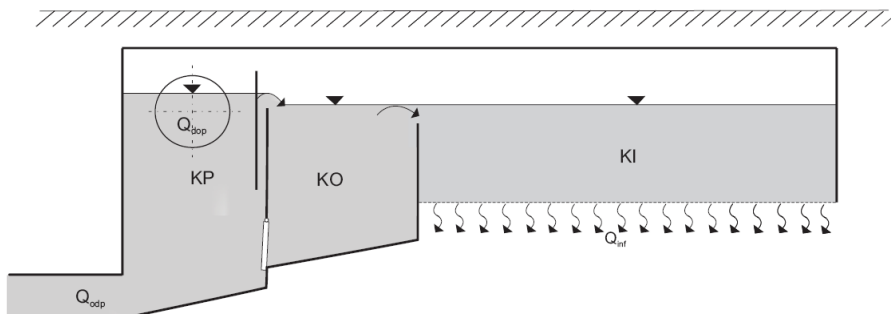
Intensywny rozwój rozwiązań urządzeń do retencji wód opadowych stwarza ogromne możliwości sterowania przepływem ścieków w sieci kanalizacyjnej oraz dopływem do oczyszczalni. Wraz ze wzrostem ilości ścieków deszczowych, wynikającym z postępującej urbanizacji, a także z przyłączania do istniejących sieci kanalizacyjnych ścieków z nowych obszarów, dąży się do tworzenia systemów, które umożliwią zachowanie zamkniętego obiegu wody w obrębie danej zlewni. Szczególnie popierane są rozwiązania wykorzystujące naturalne procesy infiltracji do gruntu, a także oczyszczające właściwości powierzchniowych warstw gruntu „ożywionego” [1].

W pracy przedstawiono koncepcję urządzenia do retencji wód opadowych, które dzięki zastosowaniu następujących po sobie komór: przepływowej, oczyszczającej oraz infiltracyjnej, umożliwia wykorzystanie wielu procesów, w tym sedymentacji, flotacji i infiltracji do gruntu. Pozwalają one na zatrzymanie zawieszin i lżejszych zanieczyszczeń w urządzeniu przed wprowadzeniem wód opadowych do gruntu, bez potrzeby instalowania przed zbiornikiem urządzeń separujących.

2. Funkcje i budowa zbiornika

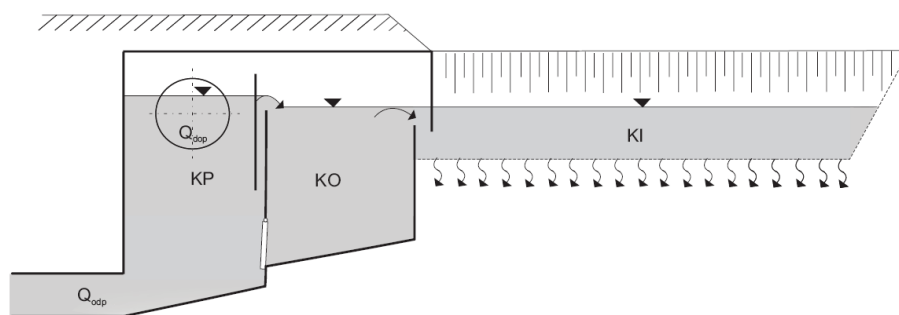
Ogólną koncepcję zbiorników retencyjnych z możliwością rozsączania części ścieków opadowych do gruntu oraz zakres ich stosowania przedstawiono w pracy [2]. Klasyczny zbiornik infiltracyjno-retencyjny z podczyszczaniem ścieków opadowych stanowi połączenie trzech komór, gdzie każda spełnia od-

rębną rolę (rys. 1.). Zbiornik tego typu może stanowić budowlę podziemną. Teren nad zbiornikiem może być wówczas użytkowany. Wadą tego wariantu jest brak wpływu aktywnej warstwy biologicznej na infiltrujące do gruntu ścieki.



Rys. 1. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z komorą oczyszczającą; Q_{dop} – ścieki dopływające do zbiornika, Q_{odp} – ścieki odpływające ze zbiornika, Q_{inf} – natężenie ścieków infiltrujących do gruntu, KP – komora przepływowa, KO – komora osadowa, KI – komora infiltracyjna, na podstawie [2]

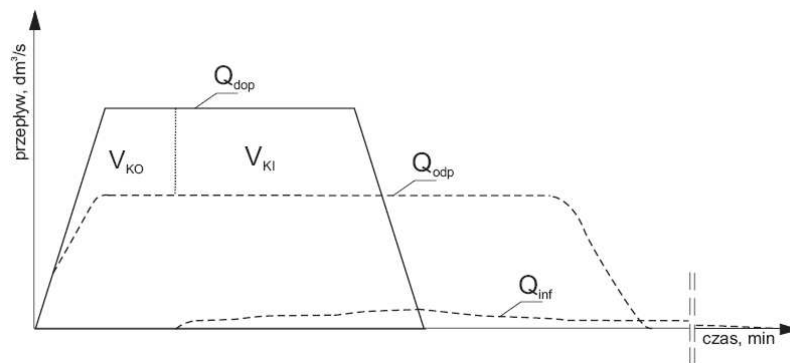
Inną opcją konstrukcji zbiornika jest zaprojektowanie komory infiltracyjnej jako otwartej, co pozwoli na dodatkowe oczyszczanie ścieków w wyniku przemian biologicznych w warstwie ożywionego gruntu (rys. 2.). Ponadto otwarta konstrukcja komory z pojemnością retencyjną (KI) znacznie ułatwi dostęp do powierzchni filtracyjnej, przez co uprości wszelkie zabiegi eksploatacyjne. Powierzchnia otwartej komory infiltracyjnej może stanowić atrakcyjny teren rekreacyjny. W praktyce jednak wkomponowanie otwartego obiektu w terenie już zabudowanym często jest niemożliwe, co związane jest z dostępnością terenu czy wzrostem cen gruntów. Otwarte obiekty wykorzystujące naturalne procesy wsiąkania do gruntu w procesie jego opróżniania powinny stanowić kierunek rozwoju dla przyszłych rozwiązań.



Rys. 2. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z komorą osadową i otwartą komorą infiltracyjną; opisy przyjęte jak na rys. 1., na podstawie [2]

Konstrukcja dna komory z pojemnością retencyjną (KI) umożliwia rozsadzenie pewnej ilości ścieków. Poprzedzająca ją komora osadowa (KO) ma za zadanie zatrzymanie zawiesiny w procesie sedymentacji, komora przepływowa (KP) pełni zaś rolę sterującą w procesie napełniania poszczególnych komór. Manewrując wysokością położenia krawędzi przelewu międzykomorowego, można także wykorzystać rezerwy retencyjne kanału dopływowego. Połączenie w jednym urządzeniu procesów retencji (kanałowej i zbiornikowej), podczyszczania ścieków (sedymentacja w komorze oczyszczającej) oraz infiltracji powoduje zwiększenie funkcjonalności zbiornika oraz poszerza zakres jego zastosowań.

Wymiarowanie obiektu polega na wyznaczeniu pojemności zbiornika na podstawie hydrogramu dopływu oraz zakładanej funkcji odpływu ścieków w kierunku oczyszczalni oraz funkcji procesu infiltracji do gruntu (rys. 3.). Przebieg zmiennej objętości urządzenia w czasie będzie przedstawiał się podobnie dla różnych odmiennych kształtów hydrogramów dopływu ścieków do zbiornika.



Rys. 3. Hydrogram opisujący funkcjonowanie zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z komorą osadową; V_{KO} – pojemność komory osadowej, V_{KI} – pojemność komory infiltracyjnej, na podstawie [2]

Określając objętość rozważanego obiektu, należy uwzględnić wpływ infiltracji na wymiarowanie komory infiltracyjnej. Wobec tego ogólne równanie bilansu przepływu ścieków będzie przedstawiać się następująco:

$$dV = Q_{dop}(t) dt - Q_{odp}(t) dt - Q_{inf}(t) dt \quad (1)$$

gdzie: $Q_{dop}(t)$ – zmienny w czasie dopływ ścieków do zbiornika, $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$,
 $Q_{odp}(t)$ – natężenie odpływu ścieków do kanalizacji, $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$,
 $Q_{inf}(t)$ – natężenie ścieków infiltrujących do gruntu, $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$.

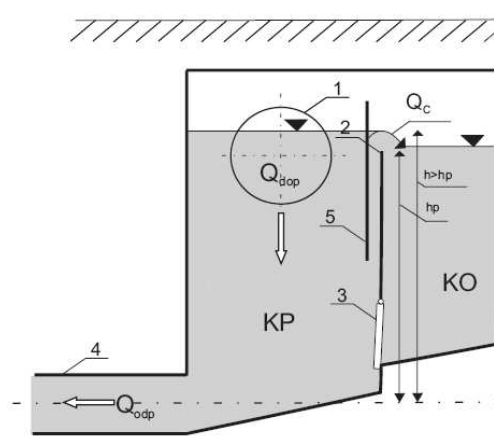
Podobnie powinna zostać zmodyfikowana zależność do obliczania współczynnika redukcji przepływu:

$$\beta = \frac{Q_{odp} + Q_{inf}}{Q_{dop}} \quad (2)$$

gdzie β jest współczynnikiem redukcji strumienia objętości przepływu ścieków.

3. Modelowanie komory przepływowej

Podobnie jak w rozwiązaniach zbiorników retencyjnych wielokomorowych [3÷5], komora przepływowa *KP*, która poprzedza kolejne komory akumulacyjne, stanowi połączenie kanałów dopływowego – umiejscowionego w górnej części komory, oraz odpływowego – usytuowanego w przydennej części (rys. 4.). Po jej napełnieniu następuje przelewanie się ścieków przez krawędź przelewu do komory osadowej. Podstawy wymiarowania komory przepływowej w zbiornikach o różnych układach hydraulicznych przedstawiono szczegółowo w pracach [4, 6].



Rys. 4. Schemat komory przepływowej *KP*, na podstawie [6]

Na rysunku 4. przyjęto następujące oznaczenia: Q_{dop} , Q_{odp} – opisy jak na rys. 1., Q_c – ścieki przelewające się przez przegrodę międzykomorową po napełnieniu komory przepływowej, h – poziom zwierciadła ścieków w komorze przepływowej, h_p – wysokość usytuowania przegrody międzykomorowej, 1 – kanał dopływowy, 2 – przelew międzykomorowy, 3 – zawór klapowy, 4 – kanał odprowadzający, 5 – przegroda zatrzymująca zanieczyszczenia lżejsze od wody.

Komora przepływowa w zbiorniku funkcjonuje jako element sterujący przepływem i akumulacją ścieków. Jednym z jej komponentów jest przegroda

międzykomorowa. Możliwość manewrowania wysokością położenia krawędzi przelewu między komorą przepływową a komorą osadową pozwala na spiętrzanie ścieków w kanale dopływowym podczas napełniania zbiornika. Działanie to spowoduje wykorzystanie rezerwy pojemnościowej kanału dopływowego, wynikającej m.in. ze spadku kanału.

Korzystając z podstaw wymiarowania grawitacyjnych zbiorników [3], zmienne napełnienie ścieków w komorze przepływowej można opisać następująco:

- przy napełnieniu $h \leq h_p$

$$dV_{KP} = Q_{dop}(t) dt - Q_{odp}(t) dt \quad (3)$$

- przy napełnieniu $h > h_p$

$$dV_{KP} = Q_{dop}(t)dt - Q_{odp}(t)dt - Q_C(t)dt \quad (4)$$

Za najwłaściwszy i zalecany do realizacji w zbiornikach wielokomorowych uważany jest przelew prostokątny bez dławienia bocznego. Wydatek przelewu można obliczyć z zależności:

- dla przelewu bocznego działającego jako niezatopiony

$$Q_{Cn} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot \mu_1 \cdot b \cdot h_c^{1.5} \quad (5)$$

- dla przelewu bocznego działającego jako zatopiony

$$Q_{Cz} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot \mu_1 \cdot b \cdot h_z^{1.5} + \sqrt{2g} \cdot \mu_2 \cdot b \cdot h_n \cdot h_z^{0.5} \quad (6)$$

gdzie: μ_1 – współczynnik przepływu dla przelewu niezatopionego, -,
 μ_2 – współczynnik przepływu przelewu dla warstwy zatopionej, -,
 b – długość krawędzi przelewowej, m,
 g – przyspieszenie ziemskie, m/s^2 ,
 h_c – wysokość warstwy przelewowej podczas działania przelewu jako niezatopionego, m,
 h_z – różnica wysokości pomiędzy zwierciadłami ścieków w komorach podczas działania przelewu jako zatopionego, m,
 h_n – wysokość warstwy przelewowej podczas działania przelewu jako zatopionego, m.

Wielkość odpływu ścieków ze zbiornika zależna jest od wielkości ciśnieniowego kanału odpływowego, a także od zmiennego w czasie napełnienia komory:

$$Q_{odp}(t) = \sqrt{2g} \cdot \mu \cdot F_{odp} \cdot \sqrt{h(t)} \quad (7)$$

gdzie: μ – współczynnik wypływu (dławienia), -,
 F_{odp} – powierzchnia przekroju poprzecznego kanału odpływowego, m²,
 $h(t)$ – zmienne w czasie napełnienie komory przepływowej, m.

4. Koncepcja komory osadowej

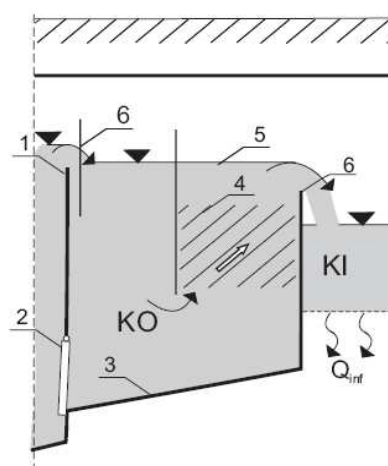
Woda w postaci opadu deszczowego absorbuje m.in. znajdujące się w powietrzu pyły. Najwięcej zanieczyszczeń jest jednak „porywanych” z terenu danej zlewni, w czasie spływu powierzchniowego.

W przypadku odprowadzania ścieków deszczowych niezwykle ważne jest, aby nie dopuścić do dostania się do odbiornika niesionych zanieczyszczeń w ilości większej niż określono w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2006 roku [7]. Zadaniem komory osadowej, usytuowanej przed komorą infiltracyjną, jest zintensyfikowanie przebiegu procesu sedymentacji, co pozwoli na zatrzymanie zawiesiny, a następnie odprowadzenie jej do kanalizacji w procesie opróżniania zbiornika. Usunięcie części zawiesin ze ścieków opadowych spowoduje opóźnienie kolmatacji dna komory infiltracyjnej.

W komorze osadowej *KO* ma miejsce zatrzymanie zanieczyszczeń łatwo opadających, wobec czego komora powinna spełniać podobne wymagania projektowe, jakie stawiane są osadnikom wstępnym oczyszczalni ścieków. Należy więc dobrać geometrię komory w taki sposób, aby ścieki osiągały prędkość optymalną dla procesu sedymentacji, pozwalającą na osadzanie się jak największej ilości zawiesin. Zatrzymane zanieczyszczenia wraz z osadami będą odprowadzane do kanalizacji po przejściu opadu. Dno komory osadowej (*KO*) powinno być wykonane ze spadkiem pozwalającym na odprowadzenie osadzonych zanieczyszczeń do kanalizacji w procesie opróżniania zbiornika. Dla osadników poziomych spadek dna wynosi od 2 do 5% [8].

W projektowaniu obiektów do usuwania zawiesin bardzo ważny jest czas przepływu przez te urządzenia – im jest on dłuższy, tym większy jest procent redukcji zanieczyszczeń. Jak wskazano w pracy [9], po 120 min sedymentacji można zaobserwować redukcję zawiesiny ogólnej w ściekach deszczowych w granicach 61÷76,2%. Stosując różnego rodzaju wypełnienia (rys. 5.), można skrócić czas tego procesu, w wyniku czego uzyska się podobny stopień redukcji zanieczyszczeń.

Rys. 5. Komora oczyszczająca z wypełnieniem lamelowym; 1 – przelew między komorą przepływową *KP* a komorą oczyszczającą *KO*, 2 – zawór klapowy, 3 – dno komory oczyszczającej ze spadkiem umożliwiającym odpływ osadów, 4 – wypełnienie lamelowe, 5 – strefa ścieków sklarowanych, 6 – przelew między komorą oczyszczającą a komorą infiltracyjną *KI*



Opróżnianie komory *KO* rozpoczyna się w momencie, gdy odpływ ze zbiornika w kierunku oczyszczalni znacznie przewyższa dopływ. W wyniku różnicy ciśnień hydrostatycznych, jakie działają na zawory klapowe, dochodzi do ich otwarcia w kierunku komory przepływowej. W procesie opróżniania *KO* do komory *KP* zostanie odprowadzona, wraz z osadami, pewna ilość ścieków podczyszczonych znajdujących się w strefie klarowania komory *KO*, która spowoduje rozcieńczenie i spłukanie osiadłych na dnie komory zanieczyszczeń.

W cyklu kolejnych artykułów o zbiornikach infiltracyjno-retencyjnych przewiduje się opracowania na temat systemów spłukiwania dna komory oczyszczającej.

5. Funkcjonowanie komory filtracyjnej

Dopiero po całkowitym wypełnieniu objętości komory osadowej nastąpi napełnianie komory infiltracyjno-retencyjnej (*KI*). Intensywność procesu infiltracji będzie zależała od rodzaju gruntu, a także od wysokości położenia zwierciadła ścieków nad dnem komory. Otwarte komory infiltracyjne powinny spełniać wymagania dotyczące bezpieczeństwa użytkowania. W związku z tym napełnienie nieogrodzonego obiektu nie powinno przekraczać 30 cm.

Niezawodne działanie komory infiltracyjnej może zostać przerwane z powodu odkładania się zanieczyszczeń w przydennej warstwie gruntu lub na powierzchni dna komory. Kolmantacja jest zjawiskiem szczególnie niekorzystnym w przypadku ograniczonego dostępu do powierzchni infiltrującej (podziemna komora *KI*), co znacznie utrudnia zabiegi eksploatacyjne. Ponadto, jak wskazano w pracach [10÷12], kolmantacja zachodzi z dużo mniejszą intensywnością w urządzeniach naturalnych z biologicznie aktywną warstwą roślinności.

Szybkość odkładania się warstwy zanieczyszczeń zależy przede wszystkim od jakości infiltrujących wody–ścieków [11]. Problem ten częściowo rozwiązuje

komora osadowa. Innym sposobem przeciwdziałania procesowi kolmantacji może być zastosowanie geowłóknin, co przedstawiono w pracach [12, 13]. Intensywność procesu infiltracji będzie zależeć przede wszystkim od rodzaju gruntu, na którym posadowiony jest zbiornik. Wartości współczynników filtracji dla różnych rodzajów gruntu przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Przybliżone wartości współczynnika filtracji gruntów, na podstawie [14, 15]

Rodzaj gruntu		Wartość współczynnika k_f , m/s
Grunt dobrze przepuszczalny	otoczaki czyste	$> 2,32 \cdot 10^{-3}$
	żwiry czyste	$(2,32 \pm 1,16) \cdot 10^{-3}$
	żwiry piaszczyste	$(1,74 \pm 0,87) \cdot 10^{-3}$
	piaski gruboziarniste żwirowate	$(1,16 \pm 0,58) \cdot 10^{-3}$
	piaski gruboziarniste	$(0,87 \pm 0,29) \cdot 10^{-3}$
	piaski średnioziarniste	$(0,29 \pm 0,12) \cdot 10^{-3}$
	piaski drobnoziarniste	$(0,12 \pm 0,023) \cdot 10^{-3}$
	pospółka	$(1,1 \pm 0,6) \cdot 10^{-3}$
	pospółka gliniasta	$(1,0 \pm 2,5) \cdot 10^{-5}$
Grunt słabo przepuszczalny	żwir gliniasty	$1,0 \cdot 10^{-7} \div 5,0 \cdot 10^{-6}$
	piaski drobnoziarniste zaglinione lub z pyłem	$(23,0 \pm 12,0) \cdot 10^{-6}$
	piaski gliniaste	$(8,1 \pm 2,3) \cdot 10^{-6}$
	piaski gliniaste zbite	$(4,6 \pm 0,9) \cdot 10^{-6}$
	głina piaszczysta	$(4,6 \pm 0,0058) \cdot 10^{-6}$
	głina	$\leq 0,058 \cdot 10^{-6}$

W przypadku rozsączania współczynnik filtracji powinien być wyznaczony na podstawie badań hydrogeologicznych, a projektowanie urządzenia do infiltracji należy poprzedzić badaniami geologicznymi [10, 11, 14]. Natężenie infiltracji do gruntu oblicza się ze wzoru Darcy'ego:

$$Q_{inf} = v \cdot F \quad (8)$$

gdzie: Q_{inf} – natężenie (strumień objętości) ścieków infiltrujących do gruntu, m^3/s ,

v – prędkość filtracji, m/s ,

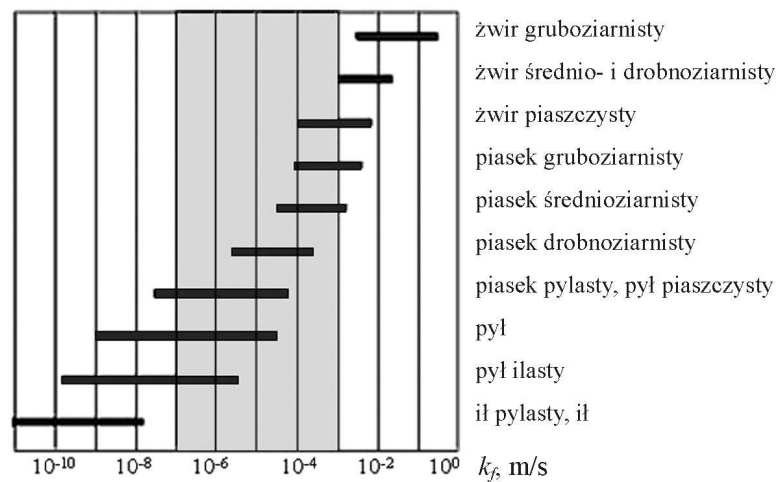
F – powierzchnia rozsączania, m^2 .

Prędkość filtracji określana jest na podstawie współczynnika filtracji gruntu oraz spadku hydraulicznego na drodze przepływu ścieków:

$$v = k_f \cdot i \quad (9)$$

gdzie: k_f – współczynnik filtracji, m/s,
 i – spadek hydrauliczny, -.

Niemiecka wytyczna ATV A-138, która ze względu na brak odpowiednich krajowych regulacji może stanowić podstawę projektowania urządzeń rozsączających również w Polsce [16], zaleca przyjmować do obliczeń objętości KI współczynnik infiltracji na poziomie połowy wartości współczynnika filtracji gruntu. Wartości współczynnika filtracji gruntów według ATV A-138 przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Współczynnik filtracji oraz zakres przepuszczalności gruntów według wytycznej ATV A-138

Biorąc pod uwagę zalecenia zawarte w niemieckiej wytycznej oraz wzory (8) i (9), objętość komory infiltracyjnej można obliczyć z zależności:

$$V_{inf} = Q_{inf} \cdot T_w = \frac{k_f}{2} \cdot i \cdot F_{KI} \cdot T_w \quad (10)$$

gdzie: V_{inf} – objętość komory infiltracyjnej, m³,
 Q_{inf} – natężenie (strumień) infiltracji ścieków do gruntu, m³/min,
 T_w – czas opróżniania komory infiltracyjnej (wsiąkania), min,
 F_{KI} – powierzchnia komory, m².

Pojemność obiektu rozsączającego obliczona ze wzoru (10) będzie jedynie przybliżoną wartością, która nie powinna stanowić podstawy do wymiarowania. Zależność (10) jest ogólnym wzorem, który nie uwzględnia zmienności współczynnika wodoprzepuszczalności w czasie trwania procesu infiltracji, a więc wzór (9) opisuje jedynie chwilową wartość prędkości przepływu wody przez grunt.

Obliczenia objętości zbiornika powinny wynikać z bilansu przepływu ścieków przez zbiornik. Dla gruntów słabo przepuszczalnych ($k_f = 10^{-5} \div 10^{-6}$ m/s) w bilansie niekiedy nie uwzględnia się natężenia ścieków infiltrujących do gruntu Q_{inf} . Opierając się na podstawowym równaniu bilansu przepływu ścieków [3] oraz uwzględniając natężenie ścieków infiltrujących do gruntu, otrzymuje się równanie:

$$V_{ZB} = (Q_{dop} - Q_{odp}) \cdot (T_{dm} - T_o) - (Q_{inf} \cdot T_w) \quad (11)$$

gdzie: V_{ZB} – objętość zbiornika, m³,

T_{dm} – miarodajny czas trwania deszczu do wymiarowania zbiorników wielokomorowych, min,

T_o – czas opróżniania zbiornika, min.

Uwzględniając w zależności (11) wzory (7) i (10), otrzymuje się:

$$V_{ZB} = (Q_{dop} - \sqrt{2gh} \cdot \mu \cdot F_{odp}) \cdot (T_{dm} - T_o) - \left(\frac{k_f}{2} \cdot i \cdot F_{KI} \cdot T_w \right) \quad (12)$$

Natężenie ścieków dopływających jest zależne od czasu trwania opadu oraz parametrów zlewni, z kolei wielkość odpływu ścieków ze zbiornika uwarunkowana jest stopniem dławienia ścieków na odpływie. Czas opróżniania komory infiltracyjnej zależy będzie od zmiennej w czasie wysokości położenia zwierciadła ścieków nad poziomem dna komory h oraz również zmiennej w czasie współczynnika infiltracji k_f , który maleje do wartości granicznej wyznaczającej stan nasycenia.

6. Podsumowanie

Nowatorskie rozwiązania techniczne zbiorników odciążających hydraulicznie sieć kanalizacyjną nadal stanowią w Polsce rzadkość, co spowodowane jest m.in. trudnością w pozyskiwaniu rzetelnych i niezbędnych do prawidłowego projektowania danych dotyczących opadów czy też charakterystyki zlewni. W przypadku projektowania systemów wykorzystujących infiltrację niezbędne są określone dane dotyczące zanieczyszczenia ścieków odpływających ze zlewni

w odniesieniu do stężenia zawieszin na dopływie do urządzenia oraz informacje na temat warunków gruntowo-wodnych.

Koncepcja urządzenia odciążającego hydraulicznie sieć opiera się na modelu działania zbiorników wielokomorowych opracowanych w publikacjach [3÷5]. Układ posiada dodatkowo segment zatrzymujący zawiesziny zawarte w ściekach opadowych w postaci komory osadowej oraz część, w której są wykorzystywane procesy naturalnej infiltracji do gruntu, tj. komorę infiltracyjną. Sformułowana koncepcja wskazuje na złożoność funkcjonowania całego układu, który stwarza możliwość gospodarowania wodami opadowymi w obrębie tej samej zlewni, na której opad powstał. Rozważania dotyczące funkcjonowania komory infiltracyjnej podkreślają konieczność sformułowania dokładniejszych zależności pomiędzy natężeniem ścieków infiltrujących do gruntu a zmiennym w czasie współczynnikiem infiltracji.

Literatura

- [1] Geiger W., Dreiseitl H.: Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych, Proj-przem – EKO, Bydgoszcz 1999.
- [2] Mrowiec M.: Zbiorniki infiltracyjno-retencyjne w systemach kanalizacyjnych, Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna INFRAEKO 2009 pod patronatem Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, Niepołomice 2009.
- [3] Dziopak J.: Analiza teoretyczna i modelowanie wielokomorowych zbiorników kanalizacyjnych, Wydawn. Politechniki Krakowskiej, Kraków 1992.
- [4] Dziopak J.: Modelowanie wielokomorowych zbiorników retencyjnych w kanalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.
- [5] Dziopak J.: Multi-chamber storage reservoirs in the sewerage system, Oficyna Wydawnicza Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1997.
- [6] Słyś D.: Wpływ komory przepływowej na funkcjonowanie wielokomorowych zbiorników w systemach kanalizacji grawitacyjnej, V Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych”, Ustroń 2004, z. 58/04, s. 369÷380.
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód i ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz.U. z 2006 r. Nr 137, poz. 984.
- [8] Imhoff K., Imhoff K.R.: Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik. Wydawn. Arkady, Warszawa 1996.
- [9] Wałęga A., Krzanowski S.: Znaczenie procesu sedymentacji w oczyszczaniu ścieków opadowych z terenów zurbanizowanych, Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, Polska Akademia Nauk, nr 2/2008, s. 169÷178.
- [10] Burszta-Adamiak E.: Eksploatacja urządzeń do infiltracji wód opadowych, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 3/2008.
- [11] Burszta-Adamiak E.: Ocena zjawiska kolmantacji w urządzeniach do sztucznej infiltracji wód opadowych, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 7÷8/2007.

- [12] Burszta-Adamiak E.: Badania nad zastosowaniem geowłóknin do przeciwdziałania kolmatacji w procesie infiltracji, Wrocław 2005.
- [13] Burszta-Adamiak E., Łomotowski J.: Badania oporu hydraulicznego warstwy zakolmatowanej podczas okresowej infiltracji wody do gruntu, Ochrona Środowiska, nr 1/2008.
- [14] Nowakowska-Błaszczyk A.: Infiltracja wód opadowych do gruntu, Wodociągi–Kanalizacja, nr 11/2007.
- [15] Słyś D.: Retencja i infiltracja wód deszczowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008.
- [16] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005.

CONCEPT OF THE INFILTRATION-STORAGE RESERVOIR WITH SEDIMENTATION CHAMBER

S u m m a r y

The paper presents an idea of the retention reservoir and its usage possibilities. The sizing procedures of the object have been presented. However, the restrictions regarding to projecting the flow equalization objects have been underscored. The work presents the complexity of functioning of the reservoir on account of used process.

Złożono w Oficynie Wydawniczej w kwietniu 2010 r.