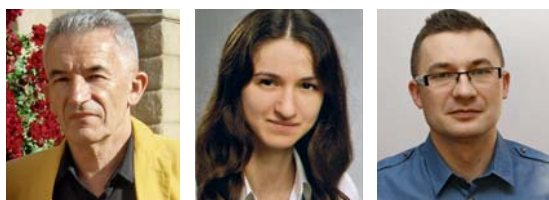


Zbiornik wód deszczowych przy autostradzie w Niemczech, fot. D. Słyś

Zbiornik infiltracyjno-retencyjny **ścieków deszczowych**



■ **prof. dr hab. inż. Józef Dziopak, mgr inż. Joanna Hypiak, dr inż. Daniel Słyś**, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Infrastruktury i Ekorozwoju

Wzrost ilości ścieków deszczowych, wynikający głównie z postępującej urbanizacji, jest w wielu przypadkach przyczyną przeciążenia eksploatowanych systemów kanalizacyjnych. Straty, które powstają, gdy istniejące przewody nie są w stanie

odprowadzić ścieków z nawalnych opadów i gwałtownych roztopów, motywują do tworzenia systemów, które umożliwiają zachowanie zamkniętego obiegu wody w obrębie danej zlewni. Szczególnie popierane są rozwiązania zgodne z ideą zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi, przy wykorzystaniu naturalnych procesów retencji i infiltracji tych wód do gruntu.

Koncepcja zbiornika infiltracyjno-retencyjnego ścieków deszczowych

Zbiornik infiltracyjno-retencyjny ścieków deszczowych, który jest przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P391983 [1] oraz tematem rozważań w publikacji [2], stanowi rozwiązanie łączące funkcję odciążającą hydraulicznie sieć kanalizacyjną oraz podczyszczającą ścieki deszczowe przed ich wprowadzeniem do odbiornika. Jest to koncepcja innowacyjnego obiektu hydrotechnicznego, który dzięki zastosowaniu następujących po sobie komór: przepływowej, osadowej oraz infiltracyjnej, umożliwia wykorzystanie wielu procesów, w tym sedymentacji, flotacji i infiltracji podczyszczonych mechanicznie ścieków deszczowych do gruntu.

Zbiorniki odciążające hydraulicznie sieci kanalizacyjne wyróżniają się bardzo dużymi pojemnościami. W przypadku znacznej kubatury, korzystnym rozwiązaniem jest podzielenie obiektu na komory w układzie wysokościowym, dzięki czemu uzyskuje się mniejszą wymaganą pojemność części akumulacyjnej, a przez to mniejszą powierzchnię pod zabudowę obiektu w porównaniu do zbiornika jednokomorowego. W znanych dotychczas rozwiązaniach [3, 4, 5], zbiorniki retencyjne pełnią głównie rolę magazynującą, przechwytyjąc nadmiar ścieków w okresach intensywnych opadów. Wobec powyższego, pojawia się konieczność zagwarantowania pomieszczenia całej dodatkowej objętości ścieków deszczowych w zbiorniku, czego

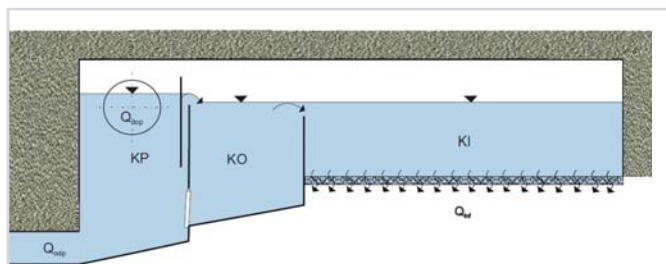
konsekwencją jest wymagana znaczna jego kubatura. Takie rozwiązanie nie gwarantuje jednak odpowiedniego podczyszczania ścieków z zawieszin przed wprowadzeniem ich do odbiornika. Idea zbiornika infiltracyjno-retencyjnego polega na poprawie negatywnych cech dotychczas znanych i stosowanych rozwiązań obiektów odciażających. Zastosowanie komory infiltracyjnej z otwartym dnem, przez które podczyszczone mechanicznie ścieki deszczowe z komory osadowej przedostają się do gruntu, dodatkowo zmniejsza pojemność zbiornika o objętość ścieków infiltrujących do gruntu.

Budowa zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

Zbiornik infiltracyjno-retencyjny z podczyszczaniem ścieków opadowych składa się z trzech komór: komory przepływowej, osadowej i infiltracyjnej (ryc. 1). Zastosowany podział przestrzeni retencyjnej pozwala na wykorzystanie jedynie pojemności komory przepływowej w przypadku niewielkich opadów, bez konieczności napełniania całego obiektu.

Urządzenia służące do rozsączania wód opadowych powinny być lokalizowane na terenach, które charakteryzują się korzystnymi warunkami gruntowo-wodnymi, sprzyjającymi ich wsiąkaniu. Z tego też względu najkorzystniej jest sytuować zbiornik infiltracyjno-retencyjny na podłożu łatwo przepuszczalnym, które stanowią piaski, żwiry, pospółka i tym podobne. Istotne znaczenie ma też poziom zwierciadła wód gruntowych.

Uniwersalność stosowania tego obiektu polega m.in. na tym, że jego koncepcja daje możliwość wkomponowania zbiornika, zarówno w terenie jeszcze niezagospodarowanym, jak i na obszarze charakteryzującym się dość gęstą zabudową. Zbiornik infiltracyjno-retencyjny również może stanowić w całości budowlę podziemną. Teren nad zbiornikiem można wówczas przeznaczyć na inne cele użytkowe. Jednym z wariantów takiego przeznaczenia jest wykorzystanie powierzchni nad zbiornikiem na parking wielopoziomowy.

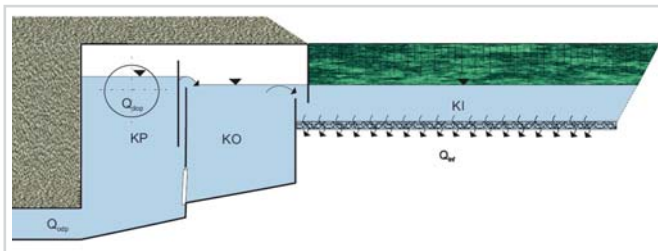


Ryc. 1. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z komorą oczyszczającą (Q_{dop} – ścieki dopływające do zbiornika, Q_{odp} – ścieki odpływające ze zbiornika, Q_{inf} – natężenie ścieków infiltrujących do gruntu, KP – komora przepływowa, KO – komora osadowa, KI – komora infiltracyjna)

Zastosowany układ hydrauliczny zbiornika umożliwia sytuowanie go także jako obiektu częściowo otwartego. Wówczas komora przepływowa i osadowa projektowane są jako elementy podziemne, natomiast komora infiltracyjna stanowi część otwartą (ryc. 2). Obecność biologicznie czynnej warstwy ożywionego gruntu na dnie komory infiltracyjnej powoduje dodatkowe oczyszczenie ścieków w wyniku przemian zachodzących podczas filtracji. Jest to korzystniejsze rozwiązanie również z punktu widzenia prawidłowego użytkowania zbiornika, gdyż otwarta konstrukcja komory infiltracyjnej znacznie ułatwia dostęp do powierzchni filtracyjnej, przez co upraszcza wszelkie konieczne zabiegi eksploatacyjne. Ponadto wypełniona podczyszczonymi wodami opadowymi otwarta komora infiltracyjna może stanowić wodny zbiornik rekreacyjny i zostać

wykorzystana jako atrakcyjna baza wypoczynkowa lub jako zapas wody na cele przeciwpożarowe.

W praktyce jednak próby wkomponowania otwartego obiektu w terenie już zabudowanym okazują się być bardzo trudne. Przeszkodą są przede wszystkim wygórowane ceny gruntów, co związane jest również z dostępnością terenów pod zabudowę.

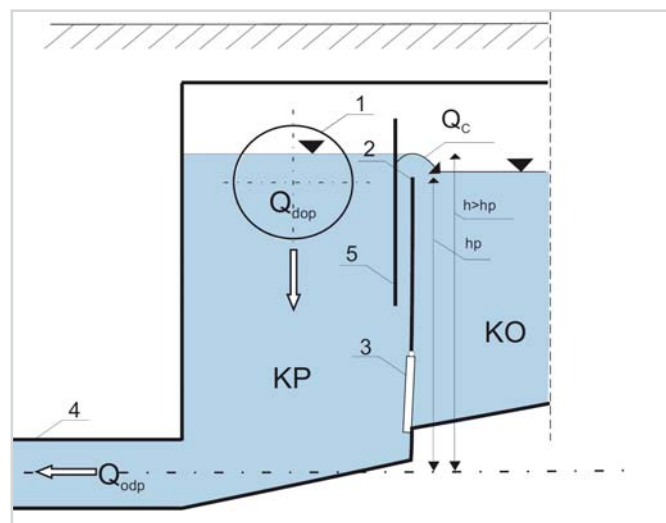


Ryc. 2. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z komorą osadową i otwartą komorą infiltracyjną

Funkcje komór zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

Podobnie jak w innych znanych rozwiązaniach wielokomorowych zbiorników retencyjnych [6], komora przepływowa jest pierwszą napełnianą w zbiorniku komorą. W rozwiązaniu tym stanowi ona połączenie kanałów dopływowego i odpływowego, których usytuowanie względem dna komory zapewnia grawitacyjny przepływ ścieków deszczowych. Komora przepływowa stanowi tutaj element sterujący procesem napełniania się całego zbiornika (ryc. 3). W zależności od chwilowego poziomu jej napełnienia i rzędnej usytuowania krawędzi przegrody międzykomorowej, napełniana jest kolejna komora.

Dodatkowo w komorze przepływowej przewidziano przegrodę osłonową, której zadaniem jest zatrzymywanie zanieczyszczeń pływających, jakie splukiwane są z powierzchni terenu i które przedostają się do systemu odwadniania wraz z pierwszą falą opadu.



Ryc. 3. Schemat komory przepływowej KP (Q_{dop} – ścieki dopływające do zbiornika, Q_{odp} – ścieki odpływające ze zbiornika, 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)

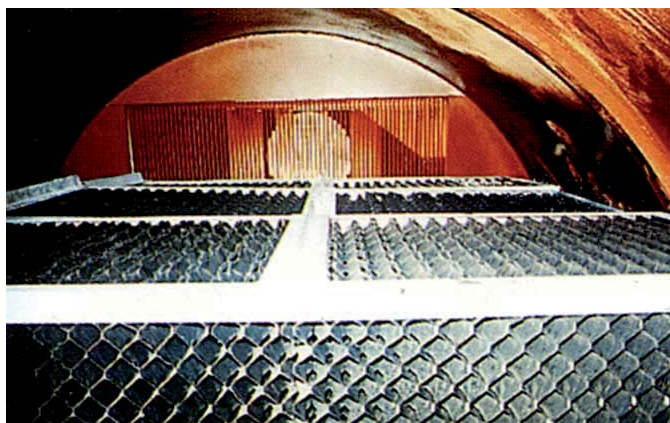
Z komorą przepływową jest połączona przegrodą międzykomorową komora osadowa. Głównym jej zadaniem jest spowolnienie prędkości przepływu ścieków tak, aby możliwa była sedymentacja odpowiednich frakcji zawieszin zawartych w ście-

kach. Z tego też względu kształt komory należy przewidzieć jako bardziej wydłużony w stosunku do komory przepływowej, a zaprojektowana geometria komory powinna zapewniać osiągnięcie optymalnej prędkości przepływu ścieków w procesie sedymentacji zawieszin, która pozwoli na osadzanie się jak największej ilości transportowanych zanieczyszczeń.

Przy projektowaniu obiektów, które służą do zatrzymywania zawieszin, należy szczególną uwagę zwracać na odpowiedni czas przepływu ścieków przez to urządzenie. Od czasu zatrzymania ścieków w tym obiekcie zależy procent redukcji zanieczyszczeń w nich zawartych. Przykładowo, po 120 minutach sedymentacji można zaobserwować redukcję zawiesiny ogólnej w ściekach deszczowych w granicach 61÷76,2%.

Usunięcie zanieczyszczeń zawartych w ściekach opadowych ważne jest z uwagi na konieczność ich oczyszczenia przed wprowadzeniem do odbiornika. Szczegółowe wytyczne odnośnie do tej procedury określono w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2006 r. (z późniejszymi zmianami) [7]. Ponadto usunięcie zanieczyszczeń ze ścieków opadowych przed ich wprowadzeniem do komory infiltracyjnej spowoduje znaczne opóźnienie występowania procesu kolmatacji warstwy filtracyjnej.

Koncepcję i funkcjonowanie komory osadowej oparto na zasadzie działania typowego osadnika lamelowego, gdzie wykorzystano wkłady wielostrumieniowe (ryc. 4).

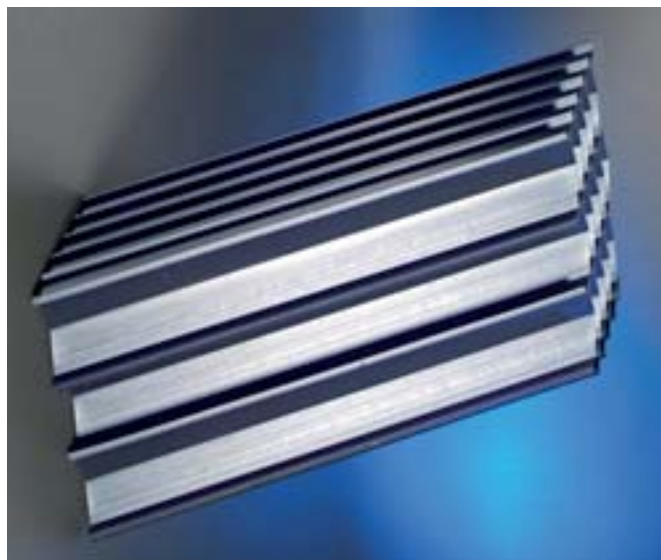


Ryc. 4. Przykład wkładu wielostrumieniowego w osadniku poziomym na oczyszczalni ścieków (oferta firmy Separator Service Sp. z o.o.) [8]

Podobne elementy zastosowano w budowie komory osadowej innowacyjnego rozwiązania zbiornika infiltracyjno-retencyjnego ścieków deszczowych. Celem zastosowania wkładów wielostrumieniowych w tym obiekcie jest zintensyfikowanie przebiegu procesu sedymentacji (ryc. 5 i 6).

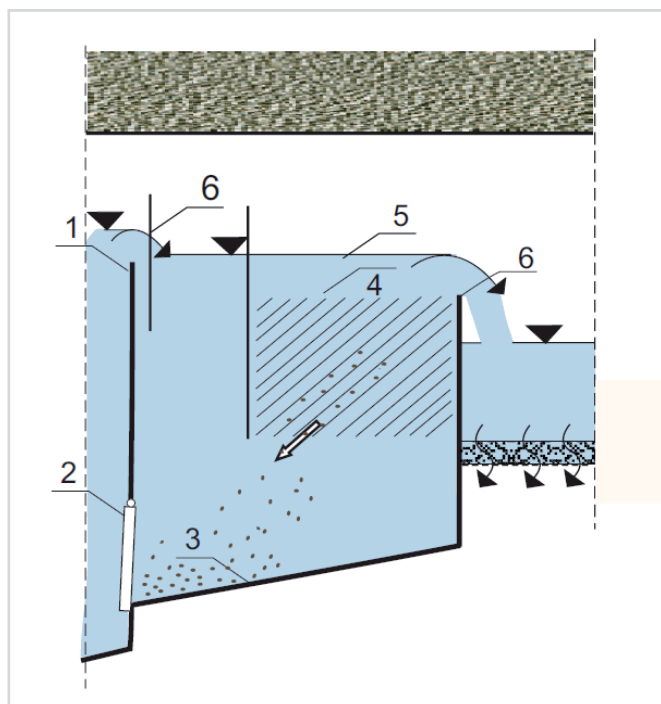


Ryc. 5. Przykład wkładu wielostrumieniowego (oferta firmy Oczyszczalnie Ścieków HALSON) [9]



Ryc. 6. Przykład pakietu wielostrumieniowego (oferta firmy GEA 2H Water Technologies) [10]

Zatrzymane w komorze osadowej większe zanieczyszczenia i osady będą odprowadzane do kanalizacji i transportowane w kierunku oczyszczalni ścieków po zakończeniu opadu. Dno komory osadowej powinno być zatem wykonane ze spadkiem pozwalającym na odprowadzenie osadzonych zanieczyszczeń w procesie opróżniania zbiornika (ryc. 7). Wobec powyższego, konstrukcja dna komory osadowej powinna spełniać podobne wymagania projektowe, jakie stawiane są osadnikom wstępnym oczyszczalni ścieków. Dla osadników poziomych przyjmuje się do projektowania spadek dna równy od 2 do 5% [11].



Ryc. 7. Schemat komory osadowej z wkładem wielostrumieniowym

Po wypełnieniu komory osadowej do poziomu położenia krawędzi przelewu międzykomorowego, oddzielającego ją od komory infiltracyjnej, następuje napełnianie kolejnej komory. Istotne z punktu widzenia przebiegu procesu wsiąkania i jego intensywności są warunki gruntowo-wodne panujące na terenie posadowienia zbiornika infiltracyjnego. Wybór lokalizacji obiektu przeznaczanego do rozsączania ścieków deszczowych powinien

być poprzedzony badaniem profilu gruntowo-wodnego i podkutowany przez zapewnienie odpowiedniej wartości współczynnika infiltracji podczyszczonych wód opadowych do gruntu.

Niemiecka wytyczna ATV A-138 [12], ze względu na brak odpowiednich krajowych regulacji, może stanowić podstawę projektowania urządzeń rozsączających również w Polsce. Zaleca się przyjmować do obliczania pojemności tego typu obiektów współczynnik infiltracji na poziomie połowy wartości współczynnika filtracji gruntu.

Głównym czynnikiem, który może powodować spadek intensywności procesu wsiąkania, a tym samym obniżyć niezawodność działania komory, są drobne zanieczyszczenia odkładające się w przestrzeniach warstwy filtracyjnej. Po pewnym czasie dochodzi do kolmatacji dna komory i dalsza eksploatacja zbiornika jest niemożliwa. Kolmatacja jest zjawiskiem szczególnie niekorzystnym w przypadku, gdy komora infiltracyjna jest obiektem podziemnym, a dostęp do jej dna, w celu przeprowadzenia zabiegów odnawiających, jest ograniczony. Ponadto proces zatykania warstwy filtracyjnej zachodzi z dużo mniejszą intensywnością w urządzeniach naturalnych, które charakteryzują się biologicznie aktywną warstwą roślinności [13].

Funkcjonowanie zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

Przepływ ścieków przez zbiornik infiltracyjno-retencyjny podczas jego napełniania i opróżniania odbywa się grawitacyjnie. Napełniane są kolejno: komora przepływowa, osadowa i na końcu komora infiltracyjna. W trakcie intensywnych opadów ścieki po wypełnieniu komory przepływowej kierowane są do komory osadowej, a następnie przez wkład wielostrumieniowy do komory infiltracyjnej, gdzie są odprowadzane do gruntu. W celu zapewnienia niezawodnego działania zbiornika korzystne jest płukanie dna komory osadowej po każdorazowym jej opróżnieniu, z uwagi na możliwość cementyzacji zdeponowanych tam zawieszin w wyniku postępującego procesu sedymentacji. Komora infiltracyjna również może być płukana, np. po stwierdzeniu spadku intensywności procesu wsiąkania. Popłuczyny z komory osadowej i infiltracyjnej mogą być odprowadzane do niżej położonej kanalizacji sanitarnej lub ogólnospławnej pompowo lub grawitacyjnie, jeżeli pozwoli na to położenie wysokościowe systemów. W przypadku, gdy dno komory infiltracyjnej zostanie zakolmatowane w stopniu uniemożliwiającym wsiąkanie lub znacznie go ograniczającym, wymagane jest usunięcie wierzchniej warstwy złoża filtracyjnego i zastąpienie go nową.

Podsumowanie

Otwarte obiekty wykorzystujące naturalne procesy infiltracji do gruntu powinny stanowić kierunek rozwoju dla przyszłych rozwiązań, tym bardziej że nowatorskie rozwiązania zbiorników odciążających hydraulicznie sieć kanalizacyjną nadal stanowią w Polsce rzadkość. Sformułowana koncepcja funkcjonowania zbiornika infiltracyjno-retencyjnego wskazuje na złożoność funkcjonowania całego układu, który stwarza możliwości gospodarowania wodami opadowymi zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Rozwiązania obiektów wykorzystujących naturalne procesy infiltracji do gruntu są niezwykle cenne. Zbiornik infiltracyjno-retencyjny ścieków deszczowych został wielokrotnie wyróżniony na międzynarodowych i światowych targach innowacyjności. Autorem rozwiązania przyznano nagrody: Silver Medal na Warszawskiej Międzynarodowej Wystawie Innowacyjności IWIS 2010 (International Warsaw Invention Show), Gold Medal na Światowej Wystawie Innowacji, Badań Nauko-

wych i Nowoczesnej Techniki Brussels Innova „Eureka Contest 2010” w Brukseli oraz Gold Prize na Międzynarodowych Targach Wynałazków w Seulu (Seoul International Invention Fair 2010). Ponadto rozwiązanie zbiornika zwróciło szczególną uwagę rosyjskiego stowarzyszenia Russian House for International Scientific and Technological Cooperation i zostało przez nie wyróżnione medalem i dyplomem za walory aplikacyjne.

Literatura

1. Dziopak J., Hypiak J., Słyś D.: *Zbiornik infiltracyjno-retencyjny ścieków deszczowych*. Zgłoszenie wynalazku do Urzędu Patentowego RP nr P.391983, 2010.
2. Hypiak J.: *Koncepcja zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z komorą osadową*. „Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska” 2011 (w druku).
3. Dziopak J., Słyś D.: *Zbiornik retencyjny cieczy z regulowanym odpływem*. Zgłoszenie wynalazku do Urzędu Patentowego RP nr P.378387, 2009.
4. Dziopak J., Słyś D.: *Zbiornik retencyjny z regulowanym przepływem cieczy*. Patent RP nr 205761, 2005.
5. Słyś D., Dziopak J.: *Odciążeniowy zbiornik retencyjny cieczy*. Zgłoszenie patentowe do Urzędu Patentowego RP nr P.386844, 2008.
6. Dziopak J.: *Modelowanie wielokomorowych zbiorników retencyjnych w kanalizacji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 2004.
7. *Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód i ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego*. DzU 2006, nr 137, poz. 984 (z późn. zm.).
8. <http://www.separator.pl/>
9. <http://www.halson.pl/>
10. <http://www.2hplast.pl>
11. Imhoff K., Imhoff K.R.: *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 1996.
12. Arbeitsblatt ATV-DVWK-A138 *Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*, April 2005.
13. Burszta-Adamiak E.: *Ocena zjawiska kolmatacji w urządzeniach do sztucznej infiltracji wód opadowych*. „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” 2007, nr 7–8.



Zbiornik wód deszczowych w miejscowości Klimkówka k. Rymanowa, fot. D. Słyś