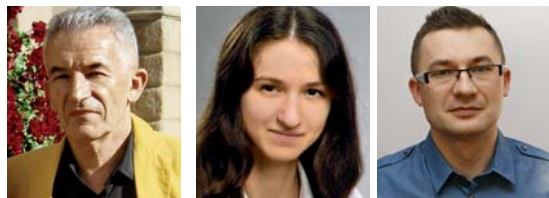
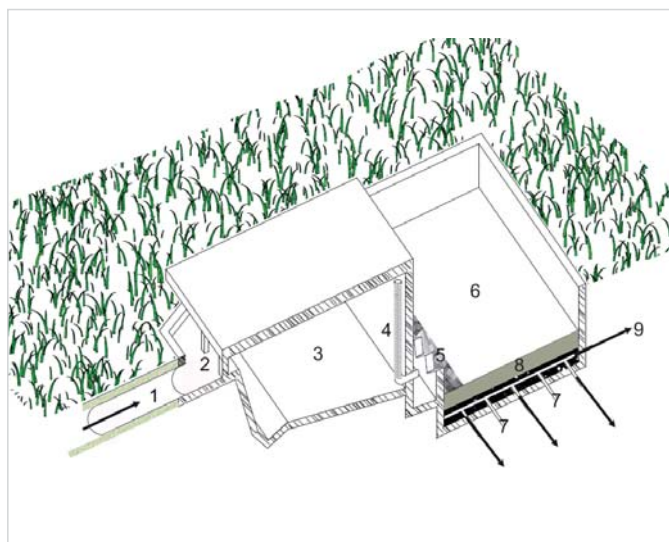


Zbiornik infiltracyjny-retencyjny ścieków deszczowych – innowacyjne udoskonalenia na tle stosowanych rozwiązań



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

Wychodząc naprzeciw szerokiemu zainteresowaniu, jakie ostatnio wykazano rozwiązaniem innowacyjnego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego w związku z opublikowaniem artykułu na jego temat w tym ogólnopolskim magazynie branżowym [1], w kolejnym artykule skupiono się głównie na podaniu kilku przykładów zastosowania tego typu zbiorników za granicą, aby na ich tle wyróżnić oryginalność i zalety opatentowanego modelu hydraulicznego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego [2]. Wprowadzenie układu wielostrumieniowego w komorze osadowej i oryginalnego systemu płukania zbiornika podnosi walory eksploatacyjne i efektywność procesu sedymentacji zawieszin na mniejszej przestrzeni opatentowanego zbiornika, przy – co bardzo istotne – jednoczesnym zmniejszeniu kosztów inwestycyjnych, jakie należy przeznaczyć na jego realizację.

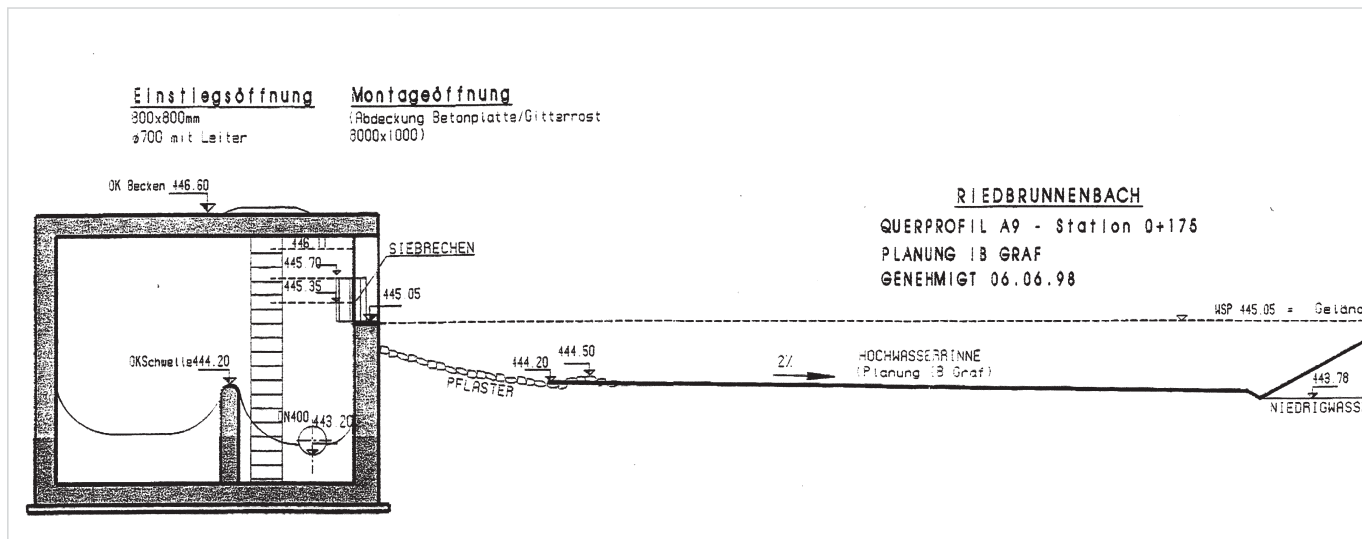


Ryc. 1. Schemat zbiornika filtracyjnego zastosowanego w Austin [3]: 1 – kanał dopływowy, 2 – komora wlotowa, 3 – komora sedymentacyjna, 4 – rura perforowana, 5 – wzmocnienie kamienne, 6 – komora filtracyjna, 7 – perforowane rury w złożu żwirowym, 8 – filtr piaskowy, 9 – odpływ do kanalizacji

Wybrane rozwiązania zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

Koncepcja zbiornika infiltracyjno-retencyjnego przedstawia techniczne rozwiązanie stosowane do odciążenia hydraulicznego grawitacyjnych sieci kanalizacyjnych z możliwością zagospodarowania znacznej części wód opadowych. Wykorzystuje się w nich naturalne procesy retencji, sedymentacji oraz infiltracji wód opadowych do gruntu. Urządzenia, które uwzględniają znane w przyrodzie zjawiska, są cenione na całym świecie i powszechnie stosowane w gospodarce wodno-ściekowej [3, 4, 5, 6] od kilkudziesięciu lat.

Jednym z pierwszych tego typu obiektów jest rozwiązanie wdrożone m.in. w Austin w Teksasie [3], które zostało przystosowane do oczyszczania wód deszczowych na filtrach piaskowych po wcześniejszym usunięciu zawieszin w osadniku w procesie sedymentacji. Taką koncepcję usuwania zanieczyszczeń w procesie filtracji na złożach piaskowych stosowano powszechnie już w latach 80. XX w. [7] i była ona rozwijana nadal. Filtr piaskowy użyty w Austin był do tej pory z powodzeniem stosowany w gospodarowaniu wodami opadowymi pochodzącymi ze zlewni miejskich oraz z dróg i autostrad [7].



Ryc. 2. Przykładowe rozwiązanie zrealizowanego zbiornika retencyjnego z otwartą komorą infiltracyjną [8]



Ryc. 3. Wnętrze komory osadowej z wylotem do komory infiltracyjnej zbiornika z okolic Stuttgartu [8], fot. D. Słyś



Ryc. 4. Wylot z części podziemnej zbiornika wyposażony w kraty do otwartej komory infiltracyjnej zbiornika z okolic Stuttgartu [8], fot. D. Słyś

Działanie przykładowego amerykańskiego obiektu opiera się na połączeniu procesów sedymentacji, filtracji oraz adsorpcji. Jak pokazano na rycinie 1, rozwiązanie zbiornika składa się z komory wlotowej i komory sedymentacyjnej, gdzie następuje zatrzymanie znacznej części zawieszonych w ściekach deszczowych, oraz z komory filtracyjnej, której dno stanowi złożo piaskowe na podbudowie żwirowej.

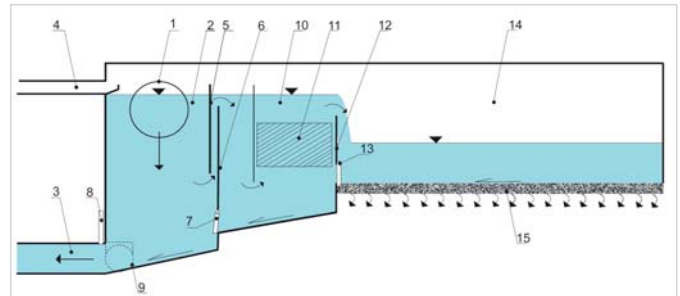
Rozwiązania techniczne zbiorników retencyjnych, w których wykorzystuje się infiltrację do gruntu, są powszechnie stosowane w Niemczech od dawna. Została nawet opracowana krajowa wytyczna ATV [5], ściśle określająca warunki stosowania i dokładną metodykę projektowania takich zbiorników, a także praktyczne możliwości ich wykorzystania w celu odwadniania zlewni zurbanizowanych z uwzględnieniem zasad rozwoju zrównoważonego.

Przykładowe rozwiązanie projektowe zbiornika retencyjnego z otwartą komorą infiltracyjną, które zostało zrealizowane w zlewni osiedlowej w okolicach miasta Stuttgart, przedstawiono na rycinie 2. Wnętrze komory osadowej w okresie pogody bezdeszczowej z wylotem (po prawej stronie) do komory infiltracyjnej zbiornika infiltracyjno-retencyjnego zlokalizowanego w okolicach Stuttgartu [8] uwidoczniono na rycinie 3. Natomiast sam wylot z części podziemnej zbiornika został wyposażony w kraty przed wypływem podczyszczonych wód opadowych do otwartej komory infiltracyjnej zbiornika (ryc. 4).

Model hydrauliczny innowacyjnego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

Rozwiązanie zbiornika infiltracyjno-retencyjnego zgodnie z wynalazkiem [6] wyróżnia się od dotychczas znanych i powszechnie stosowanych zbiorników odciążających tym, że umożliwia mechaniczne podczyszczanie ścieków przed wprowadzeniem ich do odbiornika wodnego lub do gruntowego przy wykorzystaniu specjalnego wkładu wielostrumieniowego. Wydzielenie z całkowitej pojemności zbiornika retencyjnego dodatkowych komór ma na celu zwiększenie jego sprawności przez przydzielenie kolejnym sekcjom dodatkowych funkcji. Zastosowanie w komorach procesów sedymentacji i infiltracji umożliwia skuteczne usuwanie zanieczyszczeń ze ścieków deszczowych przed ich wprowadzeniem do odbiornika.

Intensywne osadzanie się zawieszin w komorze osadowej zbiornika infiltracyjno-retencyjnego zapewnia zastosowany w rozwiązaniu wkład wielostrumieniowy. Wprowadzony układ hydrauliczny umożliwia przedostawanie się ścieków najbardziej zanieczyszczonych i zgromadzonych osadów w kierunku oczyszczalni ścieków. Zgodnie z wynalazkiem opisanym w zgłoszeniu patentowym [6], poszczególne komory zbiornika podzielone są przegrodami międzykomorowymi, w których zlokalizowano odpowiednio usytuowane zawory klapowe i zasuwę, służące do sterowania odpływem ścieków ze zbiornika w czasie jego opróżniania oraz oddzielnie w procesie płukania komór. Zawory łączące komorę infiltracyjną z komorą osadową i komorą osadową z komorą przepływową są sprzężone z zaworem zamykającym kanał odpływowy. Układ hydrauliczny zbiornika infiltracyjno-retencyjnego, zgodnie ze zgłoszeniem patentowym, przedstawiono na rycinie 5.

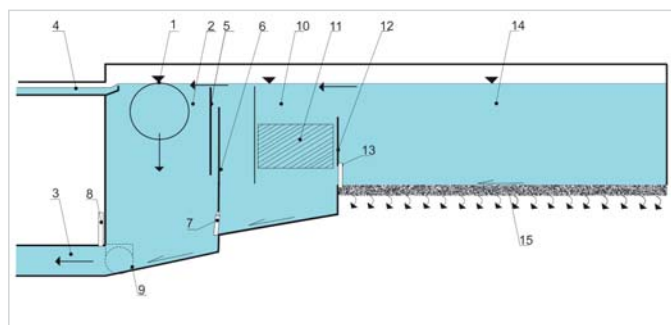


Ryc. 5. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego [1, 2]: 1 – kanał dopływowy, 2 – komora przepływowa, 3 – kanał odpływowy, 4 – kanał awaryjny, 5 – przegroda zatrzymująca zanieczyszczenia pływające, 6 – przegroda między komorą przepływową i osadową, 7 – zawór klapowy, 8 – zamknięcie kanału odpływowego, 9 – kanał spustowy, 10 – komora osadowa, 11 – wkład wielostrumieniowy, 12 – przegroda między komorą osadową i infiltracyjną, 13 – zasuwę, 14 – komora infiltracyjna, 15 – filtr żwirowy

Fazy napełniania i opróżniania innowacyjnego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

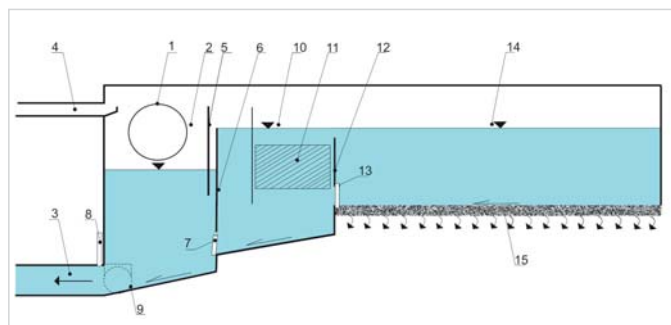
Przepływ ścieków deszczowych przez tego typu zbiornik podczas napełniania i opróżniania poszczególnych komór odbywa się w sposób grawitacyjny. Komora przepływowa napełniana jest przez kanał dopływowy zlokalizowany w górnej części tej komory. W fazach napełniania kolejne sekcje – osadowa i infiltracyjna – są napełniane sukcesywnie przez przelewy międzykomorowe (ryc. 5) aż do poziomów określonych jako obliczeniowe. Natomiast w czasie występowania intensywnych opadów, przekraczających warunki obliczeniowe, następuje pełne wypełnienie wszystkich komór i po osiągnięciu poziomu napełnienia przekraczającego poziom położenia przelewu awaryjnego rozpoczyna się przepływ podczyszczonych ścieków

deszczowych z komory osadowej i infiltracyjnej w kierunku komory przepływowej, gdzie zlokalizowany jest przelew awaryjny. Wówczas następuje odpływ ścieków kanałem awaryjnym, co przedstawiono na rycinie 6.



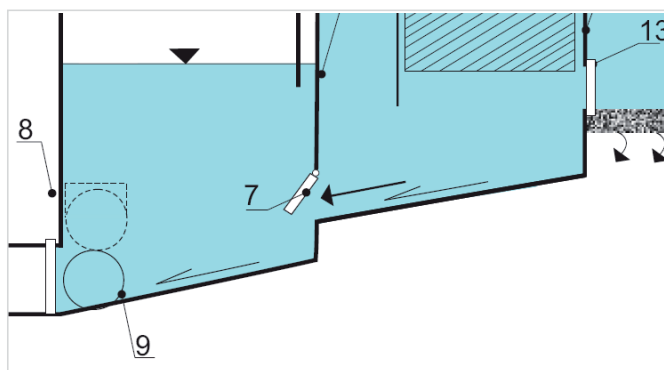
Ryc. 6. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego w czasie działania przelewu awaryjnego [1, 2], oznaczenia jak na rycinie 5

W momencie, kiedy natężenie ścieków odpływających kanałem odpływowym ze zbiornika przekroczy wartość strumienia ścieków dopływających do niego, rozpoczyna się proces opróżniania zbiornika. Jako pierwsza opróżnianiu podlega komora przepływowa. Początkową fazę opróżniania zbiornika przedstawiono na rycinie 7. W dolnej części przegrody międzykomorowej zastosowano zawory klapowe, które w wyniku powstania różnicy ciśnień hydrostatycznych (zwierciadeł ścieków) ulegają otwarciu, umożliwiając wypływ ścieków z komory osadowej do komory przepływowej.



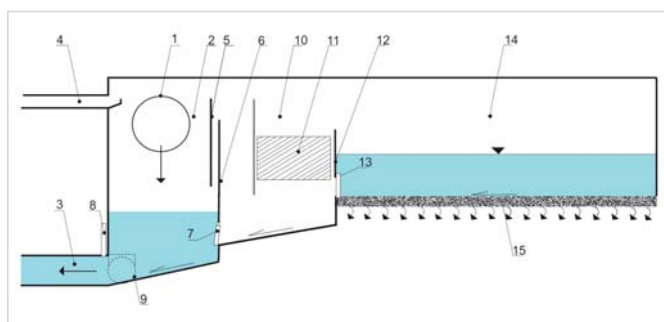
Ryc. 7. Schemat zbiornika infiltracyjno-retencyjnego w czasie opróżniania [1, 2], oznaczenia jak na rycinie 5

Sterowanie opróżnianiem komory osadowej zbiornika odbywać się może za pomocą zaworów klapowych, które zamykają otwory przepływowe w dolnej części przegród międzykomorowych. Wypływ ścieków z komory osadowej spowoduje splukanie zanieczyszczeń, które zostały zatrzymane na dnie tej komory w wyniku procesu sedymentacji. W celu zapewnienia właściwego działania zbiornika i efektywnego oczyszczania ścieków za korzystne uważa się płukanie komory osadowej wraz z wkładem wielostrumieniowym po każdorazowym jej opróżnieniu. Zastosowanie takiej procedury jest wskazane z uwagi na możliwość cementacji zdeponowanych w niej zawieszin. W momencie otwierania zaworu klapowego, zlokalizowanego między komorą osadową i przepływową, następuje zamykanie kanału odpływowego oraz jednoczesne otwarcie się kanału spustowego. Celem głównym zastosowania układu sterowania odpływem ścieków ze zbiornika jest zapewnienie transportu ścieków silnie obciążonych zawiesziną w kierunku oczyszczalni. Taką charakterystyczną fazę opróżniania innowacyjnego zbiornika przedstawiono na rycinie 8.



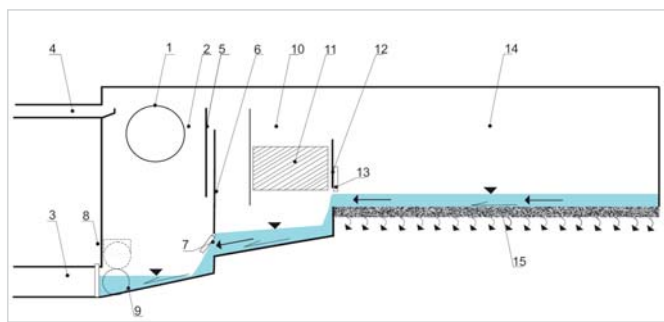
Ryc. 8. Schemat funkcjonowania układu sterowania odpływem ścieków w czasie jego opróżniania [1,2], oznaczenia jak na rycinie 5

Wprowadzona innowacja polega na wykorzystaniu zaworów do sterowania działaniem zbiornika infiltracyjno-retencyjnego i pozwala na przyjęcie kolejnych objętości ścieków, jakie mogą dopływać z opadów występujących podczas opróżniania zbiornika przez infiltrację podczyszczonych ścieków deszczowych do gruntu (ryc. 9).



Ryc. 9. Faza opróżniania zbiornika infiltracyjno-retencyjnego poprzez infiltrację z dopływem do zbiornika kolejnych objętości ścieków deszczowych [1, 2], oznaczenia jak na rycinie 5

Opróżnianie komory infiltracyjnej następuje w wyniku zamierzonej infiltracji ścieków, które zostały wcześniej podczyszczone w komorze osadowej. Takie ścieki przedostają się do gruntu przez dno komory infiltracyjnej, które powinno stanowić filtr z porowatego materiału. Dno komory infiltracyjnej może wymagać pewnych zabiegów eksploatacyjnych, gdy wystąpi znaczny spadek wydajności procesu infiltracji. Jednym z nich może być płukanie komory z opróżnieniem jej zawartości i skierowanie osadów do oczyszczalni ścieków. Fazę opróżniania komory infiltracyjnej w przypadku, gdy zastosowano jej płukanie, uwidoczniono na rycinie 10. W tym przypadku popłuczyny z komory infiltracyjnej są również odprowadzane kanałem spustowym w kierunku oczyszczalni ścieków.



Ryc. 10. Faza opróżniania zbiornika podczas płukania komory infiltracyjnej [1,2], oznaczenia jak na rycinie 5

Podsumowanie i wnioski końcowe

Przedstawione rozwiązanie innowacyjnego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego ścieków deszczowych zaleca się stosować do odciążania hydraulicznego grawitacyjnych sieci kanalizacyjnych, zwłaszcza przy efektywnym zagospodarowaniu wód opadowych. Charakteryzuje się ono oryginalnym układem hydraulicznym komór i wyposażenia w urządzenia do sterowania przepływem ścieków w fazach napełniania, opróżniania i płukania poszczególnych komór zbiornika.

Obiekty tego typu dają możliwość pełnego sterowania odpływem ścieków w czasie opróżniania zbiornika oraz płukania jego komór z wykorzystaniem zgromadzonych ścieków. Podstawową cechą wyróżniającą to rozwiązanie od dotychczas znanych jest zastosowanie w wydzielonej komorze osadowej pakietu wielostrumieniowego, który umożliwia prowadzenie wysokoefektywnej sedymentacji zanieczyszczeń ze ścieków opadowych w stosunkowo małej jej kubaturze. Po zapewnieniu wysokiej redukcji zanieczyszczeń, ścieki podczyszczone są następnie kierowane do komory infiltracyjnej, gdzie przez porowate dno infiltrują do gruntu.

Inną innowacją jest układ sterowania działaniem zbiornika, szczególnie podczas jego opróżniania i czyszczenia. Główną zaletą zbiornika, oprócz jego wysokiej efektywności kubaturowej i możliwości sterowania w nim przepływem ścieków, jest oczyszczanie mechaniczne ścieków na małej przestrzeni, co nie miało miejsca w znanych dotychczas rozwiązaniach zbiorników odciążających hydraulicznie sieć kanalizacyjną.

Korzystne oddziaływanie urządzeń wykorzystujących infiltrację oczyszczonych ścieków do gruntu na środowisko gruntowo-wodne przemawia za poszukiwaniem takich rozwiązań, które w pełni wpisują się w zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi. Bogate doświadczenia krajów zachodnich w projektowaniu takich urządzeń mogą posłużyć za podstawę do tworzenia i projektowania obiektów odciążających sieci wykorzystujących naturalne procesy retencji i infiltracji do podczyszczenia ścieków opadowych przed ich wprowadzeniem do gruntu w celu zwiększenia zasobów wód podziemnych.

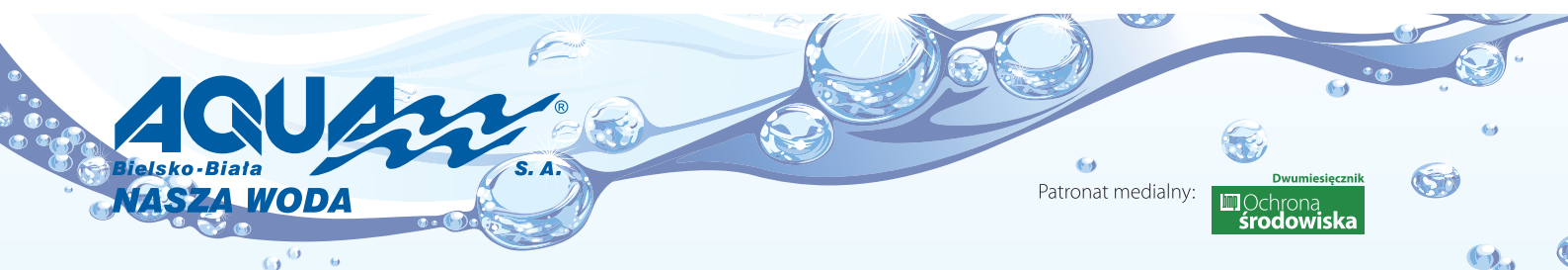
Prezentowany innowacyjny zbiornik infiltracyjno-retencyjny uzyskał wiele prestiżowych nagród i wyróżnień na światowych

wystawach. Trzema złotymi medalami został nagrodzony przez jury 59th World Exhibition of Invention, Research and Industrial Innovation Brussels Innova – Eureka Contest 2010 w Brukseli, Seoul International Invention Fair SIIF 2010 w Seulu oraz Międzynarodowej Wystawy Badań, Innowacji i Wynalazków PRO INVENT 2011 w Cluj-Napoca w Rumunii; rozwiązanie nagrodzono także srebrnym medalem na IV Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2010.

Literatura

1. Dziopak J., Hypiak J., Słyś D.: *Zbiornik infiltracyjno-retencyjny ścieków deszczowych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2011, nr 1 (34), s. 62–64.
2. Dziopak J., Hypiak J., Słyś D.: *Zbiornik infiltracyjno-retencyjny ścieków deszczowych*. Zgłoszenie wynalazku do Urzędu Patentowego RP nr P 391983, 2010.
3. Young, G.K., S. Stein, P. Cole, T. Kammer, F. Graziano, F. Bank.: *Evaluation and Management of Highway Runoff Water Quality*. FHWA-PD-96-032, Federal Highway Administration, Office of Environment and Planning, 1996.
4. Mrowiec M.: *Model matematyczny zbiornika retencyjno-infiltracyjnego*. Zintegrowane, Inteligentne Systemy Wykorzystania Energii Odnawialnej. Materiały konferencyjne. Częstochowa/Podlesice, 26–28 września 2005.
5. *Arbeitsblatt ATV-DVWK-A138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*, April 2005.
6. Torres A., Lipeme Kouyi G., Bertrand-Krajewski J. L., Gullou J., Barraud S., Paquier A.: *Modelling of hydrodynamics and solid transport in a large stormwater detention and settling basin*. Preceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008.
7. United States Department of Transportation, Federal Highway Administration: *Stormwater Best Management Practices in an Ultra-Urban Setting: Selection and Monitoring*, 1985.
8. Dziopak J., Nalaskowski J., Słyś D.: *Materiały z wizji lokalnej w zbiorniku retencyjno-infiltracyjnym w miejscowości Gärtringen koło Stuttgartu, Niemcy*, 2006.

R E K L A M A



Patronat medialny:



AQUA S.A. zaprasza do udziału w V Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej
„Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne w warunkach zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych”,
 która odbędzie się w Szczyrku **19-21 października 2011 roku.**

ADRES KOMITETU ORGANIZACYJNEGO KONFERENCJI

Bożena Carbol, AQUA S.A. ul. 1 Maja 23, 43-300 Bielsko-Biała, tel. (33) 82 80 273, 0 668 196 732,
 fax (33) 812 40 15, e-mail: bozena.carbol@aqua.com.pl

Szczegółowe informacje na temat konferencji uzyskaj Państwo na www.aqua.com.pl