



Temat specjalny

Odwodnienie i zagospodarowanie wód opadowych w miastach

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Z konieczności odwadniania miast zdawano sobie sprawę już w starożytności, a planiści rzymskich i greckich metropolii wiązali kwestie zagospodarowania wody z rozwojem urbanizacji. Niektóre z tamtych pomysłów wykorzystuje się do dziś, inne odkrywa na nowo, niemniej świadomość, że wodą deszczową można zaspokoić cały szereg potrzeb w gospodarstwach domowych, przemyśle i usługach sprawia, że zagospodarowanie wód opadowych w miastach nabiera coraz większego znaczenia.

foto: PublicDomainPictures, pixabay.com

Istota odprowadzania wód opadowych

W tradycyjnym podejściu do odprowadzania spływów powierzchniowych na terenach zurbanizowanych zakładano jak najszybsze odprowadzenie wody deszczowej poza ich obszar za pomocą systemów kanalizacyjnych – pierwotnie ogólnospławnych, a następnie kanalizacji deszczowej oraz odwodnienia dróg i ulic. Obecnie na skutek zmian klimatu oraz postępującej urbanizacji, której istotnym aspektem z punktu widzenia gospodarki wodnej jest uszczelnianie powierzchni zlewni, nastąpił wzrost zagrożenia powodziowego. Szczególnie niepokojące jest nasilenie częstości tzw. powodzi błyskawicznej (*flash flood*).

Niekorzystne zmiany w hydrologii oraz klimacie zlewni miejskich spowodowały, że konieczne stało się wypracowanie nowych rozwiązań, określanych jako zrównoważone zagospodarowanie wód deszczowych. Ich główne założenia polegają na ograniczaniu zrzutów wód deszczowych z terenów zurbanizowanych do kanalizacji oraz do wód powierzchniowych, a także oczyszczaniu spływów deszczowych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Celem tych rozwiązań jest także ponowne wykorzystanie wód opadowych oraz kształtowanie krajobrazu miejskiego i tworzenie miejsc do wypoczynku i rekreacji przez odpowiednie wkomponowanie urządzeń do zagospodarowania wody deszczowej [1].

Wzrastająca znajomość wzajemnego oddziaływania systemu odwadniającego, oczyszczalni ścieków i odbiornika doprowadziła do powstania nowych koncepcji odwodnień. Zakładają one zmniejszenie liczby bezpośrednich odpływów przez wsiąkanie wód deszczowych oraz gromadzenie na miejscu ich powstania i doprowadzanie do powolnego wsiąkania lub też wprowadzenie do odbiornika ze zwłoką czasową odpływów nienadających się do bezpośredniego wsiąkania. Istotnym aspektem dobrego drenażu jest także gromadzenie, oczyszczanie i ponowne wykorzystywanie wody deszczowej. Istnieje wiele urządzeń i rozwiązań umożliwiających techniczne przetworzenie tych zasad oraz zintegrowanie niezbędnej infrastruktury z obrazem miasta [2].

Podczyszczanie wód opadowych

W ściekach opadowych znajdują się różnego rodzaju zanieczyszczenia, ponieważ opady ulegają zabrudzeniu już w przyziemnych warstwach atmosfery, aczkolwiek większa część zanieczyszczeń dostaje się do nich w czasie spływu ścieków opadowych po powierzchni kanalizowanego terenu.

Wyróżnia się różne metody i technologie stosowane w celu ograniczenia ilości zanieczyszczeń odprowadzanych do środowiska wodnego, w tym ograniczające przedostawanie się zanieczyszczeń do wód opadowych, służące podczyszczaniu

wód opadowych oraz wspomagające te procesy. Najprostszymi działaniami w ramach metod i technologii ograniczających przedostawanie się zanieczyszczeń do wód opadowych są zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, sprzątnięcie powierzchni zlewni, optymalizacja zużycia i rodzaju stosowanych środków przeciwołdzeniowych oraz dbałość o stan techniczny nawierzchni drogowych, sieci kanalizacyjnych i urządzeń sieciowych.

W urządzeniach inżynierskich stosowanych w sieci kanalizacyjnej do podczyszczania ścieków deszczowych, takich jak piaskowniki, osadniki oraz separatory substancji ropopochodnych, wykorzystuje się procesy sedymentacji oraz flotacji. Dobór rozwiązania technicznego do podczyszczania ścieków deszczowych zależy od rodzaju odbiornika oraz stopnia wrażliwości i warunków przestrzennych zlewni. Istotną trudność w doborze sposobu oczyszczania stanowi to, że nie można mówić o typowym składzie ścieków deszczowych.

Podczyszczanie ścieków opadowych powinno się zaczynać w miejscu ich wprowadzenia do kanalizacji. Główne zanieczyszczenie ścieków opadowych, czyli zawiesina ogólna, jest usuwana w osadnikach, piaskownikach, zbiornikach retencyjno-sedymentacyjnych oraz przy zastosowaniu przelewów burzowych o specjalnej konstrukcji – hydroseparatorów [3].

Zagospodarowanie wód opadowych

Systemy zrównoważonego zagospodarowania wód deszczowych według [4] można podzielić na:

- urządzenia do infiltracji bez retencji (tzw. infiltracja powierzchniowa),
- urządzenia do infiltracji z retencją podziemną,
- urządzenia do infiltracji z retencją powierzchniową,
- urządzenia do retencji bez infiltracji.

Infiltracja bez retencji, inaczej infiltracja powierzchniowa, to przebiegające samorzutnie na terenach zielonych i trawnikach przesączenie wody deszczowej przez przepuszczalną powierzchnię. Na terenach zurbanizowanych w celu jej zwiększenia stosuje się porowate nawierzchnie, chodniki, parkingi, place wykonane z takich materiałów lub ułożone tak, by możliwe było wsiąkanie wody. Tego typu rozwiązania wymagają obecności gruntów dobrze i średnio przepuszczalnych oraz zachowania odległości co najmniej 1 m od poziomu zwierciadła wody gruntowej. Jako nawierzchnie powierzchni infiltracyjnych w przestrzeniach miejskich najczęściej używane są płyty ażurowe.

Jednym z urządzeń do **infiltracji z retencją pod powierzchnią gruntu** są studnie chłonne, których konstrukcja przypomina zwykłą studnię zbudowaną z betonowych kręgów. Posiada ona jednak przepuszczalne dno w postaci warstwy żwiru, przez którą

MEA POLSKA ZWIĘKSZA PORTFOLIO PRODUKTOWE

MEA Polska będąca częścią MEA Water Management Systems, czołowego producenta systemów odwodnienia i zagospodarowania wód deszczowych poinformowała o powiększeniu swojej oferty. W 2018 roku Spółka nabyła udziały w firmie EcoBlue Polska stając się tym samym właścicielem marki produktowej PuraBlue®. Dotychczasowa gama nowoczesnych odwodnień liniowych i systemów doświetlaczy piwnicznych została poszerzona o układy podczyszczające w tym osadniki i separatory, jak również o pompownie wód deszczowych i sanitarnych.

W ofercie spółki pojawiły się systemy retencyjne, infiltracyjne, a także regulatory przepływu. Obecny zakres produktowy pozwala na kompleksową obsługę każdej inwestycji – projektów mieszkaniowych, biurowych, komercyjnych, magazynowych, jak również dużych obiektów infrastruktury drogowej i kolejowej. Całość oferty uzupełniają systemy automatyki i serwis urządzeń. Spółka zaprasza na swoje strony internetowe

www.mea-group.com/pl/
www.purablue.pl



BUILDING SUCCESS



Tab. 1. Cele zarządzania wodami opadowymi [6]

Ekologiczne	<ul style="list-style-type: none"> • ochrona i odnowa ekosystemów, • ochrona gleby, • zachowanie i odtwarzanie bioróżnorodności.
Funkcjonalne	<ul style="list-style-type: none"> • wspomaganie ochrony przeciwpowodziowej, zmniejszanie intensywności maksymalnych przepływów w odbiorniku, • ochrona wód gruntowych i w odbiornikach przed zanieczyszczeniami, podczyszczanie • wspomaganie ochrony przed suszą, • nawadnianie roślin (tereny zurbanizowane), • zmniejszanie efektu miejskiej wyspy ciepła i smogu, • poprawa jakości powietrza i mikroklimatu w mieście.
Ekonomiczne	<ul style="list-style-type: none"> • zmniejszenie szkód i strat w majątku wywołanych podtopieniami, • zmniejszenie wypłacanych odszkodowań, • zmniejszenie kosztów utrzymania miasta (prywatnych i publicznych), • wzrost wartości nieruchomości, • redukcja kosztów tworzenia i utrzymania szarej infrastruktury.
Krajobrazowe	<ul style="list-style-type: none"> • odnowa i integracja przestrzeni miejskiej, • ulepszenie przestrzeni miejskiej dzięki niebieskiej i zielonej infrastrukturze, • tworzenie dodatkowej przestrzeni dla rekreacji i dla sportu.
Kulturowo-społeczne	<ul style="list-style-type: none"> • poprawa jakości życia w mieście, • aktywizacja i integracja mieszkańców, • poprawa zdrowia mieszkańców (w długim okresie), • unikanie szkód moralnych, • wspieranie współpracy władz i mieszkańców, partycypacji społecznej, • odpowiedzialności za tereny wspólne, • promowanie równego dostępu do zasobów, egalitaryzm, • tworzenie miejsc wspólnego spędzania czasu, • nakierowanie na wrażliwe grupy społeczne: dzieci, osoby starsze.
Prawne	<ul style="list-style-type: none"> • wypełnienie zobowiązań międzynarodowych, • zgodność z prawem krajowym.

dopływająca woda deszczowa przesącza się do gruntu. Studnie chłonne, służące do punkowego wprowadzania wody deszczowej do gruntu, mogą być stosowane tylko w przypadku niewielkich ilości wód deszczowych. Cechuje je duża wrażliwość na kolmatację.

Kolejnymi urządzeniami do infiltracji z retencją podziemną, służącymi do retencjonowania i rozsączenia wody deszczowej, są rigole, rowy chłonne wypełnione materiałem filtracyjnym o wysokiej wodoprzepuszczalności, zwykle żwirem lub grysem. Jednym z rodzajów rigoli jest tzw. drenaż francuski, czyli wykop liniowy wypełniony materiałem filtracyjnym, który oddziela od gruntu rodzimego warstwa geowłókniny. Do rozsączenia wody deszczowej stosuje się także ułożone w gruncie przewody perforowane, rury drenarskie wyposażone w otuliny z geowłókniny, maty kokosowej lub opłoty z włókien polipropylenowych chroniące przed kolmatacją. Innym rozwiązaniem są komory drenażowe, konstrukcje o otwartym dnie i przekroju poprzecznym w kształcie litery U. Połączone w tunel wspomagają lub zastępują tradycyjne systemy kanalizacyjne, zbiorniki retencyjne, studnie chłonne, a także skrzynki rozsączające, rowy przydrożne i drenaże rurowe. Takie tunele sprawdzają się zwłaszcza w miejscach, gdzie istnieją ograniczenia dostępności oraz limity włączenia dodatkowej ilości wód deszczowych do kanalizacji, jak np. obiekty przemysłowe, sportowe, handlowe, mieszkaniowe, tereny zielone i rekreacyjne czy ciągi komunikacyjne. Urządzeniami o niewielkiej kubaturze (od 0,2 do 0,4 m³)

są skrzynki rozsączające, wykonane z polipropylenu lub polietylenu jako ażurowe ramy, na które nakłada się warstwę izolacyjną z geowłókniny, uniemożliwiającą przedostawanie się do wnętrza skrzynki materiału z podłoża.

Wśród urządzeń do **infiltracji z retencją powierzchniową** znajdują się muldy chłonne, mające kształt półkola i służące do odwodnienia podłużnego, najczęściej stanowiące niewidoczne przejście pomiędzy drogą a poboczem. Ich zadaniem jest zbieranie wód opadowych z utwardzonych i nieutwardzonych powierzchni dróg i ulic. Oprócz muld chłonnych wzdłuż dróg stosuje się rowy chłonne o przekroju trapezowym lub trójkątnym i nachyleniu skarp 1:2 lub 1:3. Urządzeniem, w którym woda może być nie tylko infiltrowana, gromadzona, ale także biologicznie oczyszczana, jest niekiedy infiltracyjna – otwarte, zazielenione, dość płytkie zagłębienie terenu o łagodnych zboczach, gdzie infiltracja zachodzi przez górne, drobnoziarniste warstwy gruntu. Dłuższy okres retencjonowania niż niekiedy zapewniają zbiorniki infiltracyjne. W te otwarte zbiorniki o nieutwardzonym dnie, na które najczęściej składa się humus obsiany mieszkanką traw, woda wsiąka powierzchniowo przez warstwę podłoża.

Kolejnym rozwiązaniem, projektowanym, aby łączyć estetyczny wygląd i zagospodarowanie wody deszczowej, są ogrody deszczowe. Wizualnie powinny się wtapiać w krajobraz, jednak ich najważniejszym zadaniem jest zagospodarowanie spływających wód deszczowych, oczyszczanie ich z zanieczyszczeń

PROGRAM DOSTAWCZY

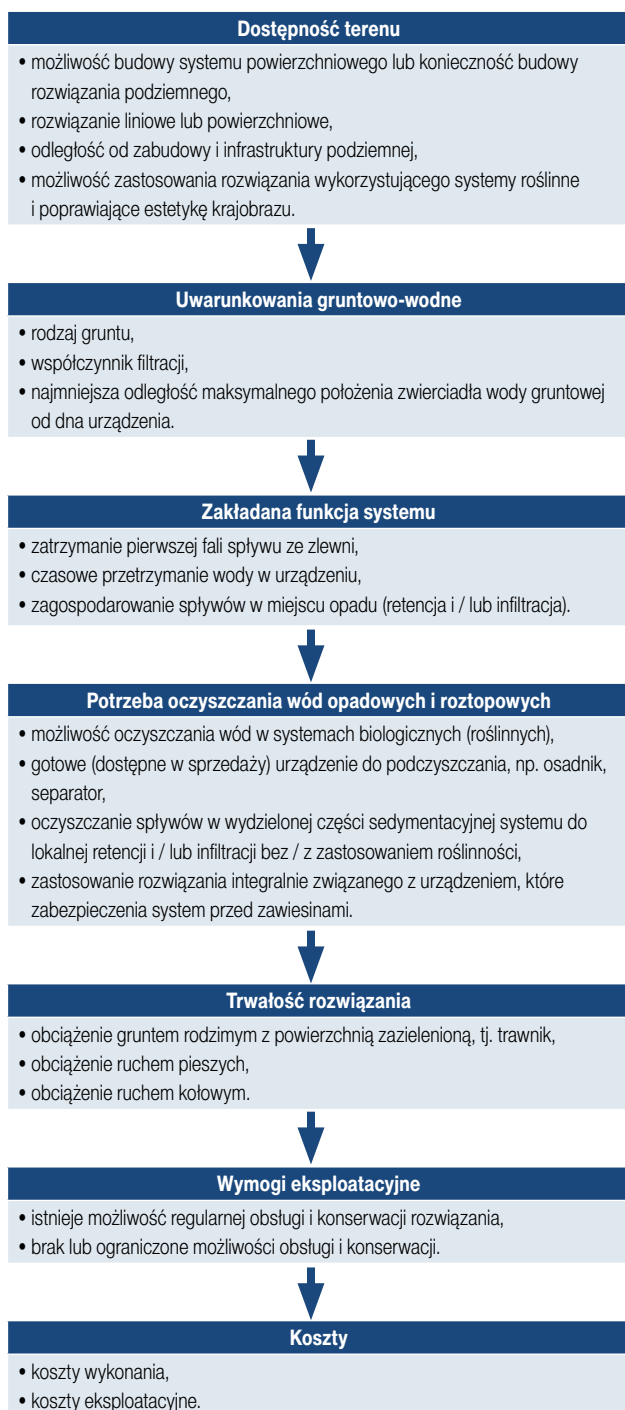
- > rury żelbetowe / betonowe
 - o przekroju okrągłym K-GM i K-FM
- > rury do mikrotunelowania
- > rury PEHD z otuliną żelbetową
- > profil jajowy / przekroje gardzielowe / profile specjalne / profil ramowy
- > systemy studni > studnie styczne
- > elementy denne studni
 - system HABA-PERFECT
- > studnie opuszczane startowe i odbiorcze do mikrotunelowania
- > odwodnienia liniowe
- > drogowe bariery ochronne



splukiwanych z dachów, ulic, parkingów i innych powierzchni nieprzepuszczalnych. Sposobem na retencjonowanie wody opadowej, z której część jest wykorzystywana przez rośliny, a część oddawana do atmosfery w wyniku procesów parowania i transpiracji, są zielone dachy. To specjalne pokrycie dachowe składa się z kilku warstw struktury z umieszczonym na jej wierzchu podłożem gruntowym, na którym są posadzone rośliny. Odpływ wody następuje po osiągnięciu nasycenia substratu i jest odprowadzany drenażem do systemu kanalizacyjnego.

Czasowe zatrzymanie wody deszczowej i spowolnienie odpływu, a w rezultacie odciążenie rurociągów kanalizacji deszczowej, to zadanie **zbiorników retencyjnych**. Rozwiązaniem, które pełni funkcję retencji, a jednocześnie zwiększa

Tab. 2. Cele zarządzania wodami opadowymi [6]



estetykę terenów miejskich, są otwarte zbiorniki retencyjne z przepływem grawitacyjnym, ukształtowane zwykle na podobieństwo stawów i jezior, czyli naturalnych zbiorników wód powierzchniowych.

Niezwykle istotne funkcje, w tym retencjonowanie i oczyszczanie wody oraz tworzenie warunków siedliskowych do rozwoju licznych gatunków fauny i flory, pełnią ekosystemy bagienne i mokradła, położone w różnych miejscach na Ziemi. W Polsce tego typu **systemy**, określane jako **hydrofitowe**, znalazły zastosowanie m.in. do oczyszczania wód przelewowych z kanalizacji ogólnospławnej oraz spływów z autostrad i dróg szybkiego ruchu [1].

Przykłady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi

W ciągu ostatnich 20 lat systemy zrównoważonego gospodarowania wodą opadową wpisały się na stałe w krajobraz wielu miast i osiedli na całym świecie, stanowiąc tym samym przykład projektowania miast wrażliwych na wodę (*water sensitive urban design – WSUD*). Oprócz pełnienia podstawowej funkcji, jaką jest zmniejszenie przepływów kulminacyjnych w odbiornikach wód deszczowych, systemy te posiadają także walory krajobrazowe, stanowiąc miejsce wypoczynku i rekreacji mieszkańców.

Jednym z najbardziej znanych przykładów WSUD jest Plac Poczdamski w Berlinie (Potsdamer Platz), gdzie podczas rewitalizacji w latach 1997–1998 dachy budynków o łącznej powierzchni ok. 19 ha przekształcono w dachy zielone, skąd woda jest zbierana systemem drenażowym, a następnie odprowadzana do podziemnych zbiorników retencyjnych o pojemności ponad 3 mln l. Zbiorniki zasilają sztuczne jezioro – Piano Lake, z którego odpływająca woda jest filtrowana przez złożo hydrofitowe, a następnie odpływa do Landwehrkanal. Czas obiegu wody w systemie wynosi trzy dni, a jej jakość jest systematycznie monitorowana. Cały system stał się jednym ze znaków firmowych Berlina.

Kolejnym ciekawym przykładem jest system zbierania, retencji i oczyszczania wody opadowej na terenie prywatnej szkoły Sidwell Friends w Waszyngtonie. Na dziedzińcu szkoły zainstalowano trzystopniowy system hydrofitowy do oczyszczania ścieków szarych powstających w budynku. Z kolei woda deszczowa zbierana z powierzchni dachów zielonych jest gromadzona w podziemnym zbiorniku, a stamtąd przepompowywana do stawu retencyjnego porośniętego roślinnością, skąd następnie przelewa się do ogrodu deszczowego, gdzie infiltruje do gruntu przez system drenażowy, a jej nadmiar jest kierowany do miejskiej sieci kanalizacyjnej. Ogród deszczowy stanowi zarazem strefę zalewową, która może być zatopiona w okresie bardziej intensywnych opadów.

Na uwagę zasługują także nasze rodzime rozwiązania, np. zbiornik retencyjny na Potoku Karlikowskim w Sopocie, który oprócz funkcji retencyjnej posiada niewątpliwe walory estetyczne. Z kolei przykładem sposobu podczyszczania spływów powierzchniowych zasilających potoki w terenie miejskim jest system zastosowany w Gdańskim Ogrodzie Zoologicznym. W celu ochrony wód Potoku Rynarzewskiego zaprojektowano zespół urządzeń hydrofitowych składający się z dwóch filtrów piaskowych i filtra roślinnego, wylewisko o łącznej powierzchni 3100 m² oraz pięć stref buforowych obsadzonych wikliną o powierzchni 6650 m² [5].

Podsumowanie

Wykorzystywanie zasobów wodnych zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju jest regulowane zapisami Prawa wodnego. W wyniku wejścia w życie przepisów ustawy z 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, ale także na gruncie ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków oraz ustawy Prawo ochrony środowiska, doszło do wyłączenia z zakresu definicji ścieków wód opadowych i roztopowych. Obecnie MGMIŻŚ pracuje nad *Programem rozwoju retencji*, którego celem ma być dwukrotne zwiększenie powierzchni retencyjnej w Polsce. Działania te pokazują, jak istotne są kwestie zwiększenia ilości wody oraz wydłużenia czasu jej przebywania w przyrodzie w środowisku zurbanizowanym, co jest możliwe do osiągnięcia dzięki stosowaniu skutecznych metod zwiększania retencji wody deszczowej w krajobrazie.

Literatura

- [1] Wojciechowska E., Gajewska M., Żurkowska N., Surówka M., Obarska-Pempkowiak H.: *Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową*. Gdańsk 2015.
- [2] Geiger W., Dreiseitl H.: *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych*. Tłum. J. Brzeski. Bydgoszcz 1999.
- [3] Królikowska J.: *Urządzenia inżynierskie z ruchem wirowym stosowane na sieci kanalizacyjnej do zmniejszenia ładunku zawiesiny w ściekach deszczowych*. „Inżynieria Ekologiczna” 2011, nr 26, s. 156–170.
- [4] Burszta-Adamiak E.: *Wybrane zagadnienia związane z projektowaniem i eksploatacją systemów alternatywnych*. W: *Wody*



opadowe a zjawiska ekstremalne. Red. J. Łomotowski. Józefość 2011, s. 147–155.

- [5] Wojciechowska E., Gajewska M., Matej-Łukowicz K.: *Wybrane aspekty zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na terenie zurbanizowanym*. Gdańsk 2016.
- [6] Rosiek K.: *Opłaty od powierzchni uszczelnionej jako instrument zrównoważonego zarządzania wodami opadowymi i roztopowymi*. „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2016, nr 453, s. 270–281.
- [7] Lejcuś K., Burszta-Adamiak E., Dąbrowska J., Wróblewska K., Orzeszyna H., Śpitalniak M., Misiewicz J.: *Katalog dobrych praktyk – zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych*. Wrocław 2017.



HYDROZONE

retencja w zgodzie z naturą

ecol-union

HYDROZONE to zbiorniki do retencjonowania, podczyszczania oraz wykorzystania wód opadowych i roztopowych.

Dzięki integracji z systemem zarządzania Bumerang Smart, **HYDROZONE** pozwalają zapobiegać podtopieniom i powodziom. Ograniczają koszty związane z opłatami za retencję utraconą oraz zatrzymują wodę w miejscu powstawania.

Dobierz optymalny zbiornik do swoich potrzeb na:

www.kalkulatory.ecol-union.com

