

Joanna BĄK, Jadwiga KRÓLIKOWSKA

INSTYTUT ZAOPATRZENIA W WODĘ I OCHRONY ŚRODOWISKA  
POLITECHNIKA KRAKOWSKA

## PROEKOLOGICZNE ZAGOSPODAROWANIE WÓD OPADOWYCH

### ECOLOGICAL MANAGEMENT OF RAINWATER

*The paper refers to ecological management of rainwater. Climate models have been discussed. The article presents the concept of the program WIR for rainwater. The study lists the ecological methods of rainwater management with examples.*

#### 1. Wprowadzenie

Zmiany klimatyczne i postępująca urbanizacja wiążąca się zazwyczaj ze zwiększeniem powierzchni szczelnej kosztem terenów zielonych, a co z tym związane wzrostem wartości współczynnika spływu, są czynnikami mającymi znaczący wpływ na intensyfikację problemów z odprowadzaniem i zagospodarowaniem wód opadowych. Problem ten nabiera szczególnej wagi zwłaszcza w ścisłych centrach miast, gdzie nierzadko występuje kanalizacja zbudowana jako system ogólnospławny. Jedna sieć kanałów do odprowadzania ścieków sanitarnych i deszczowych przy znacznym uszczelnieniu powierzchni terenu powodować może w czasie intensywnych opadów, a przy braku odpowiednich zabezpieczeń przeciwzalewowych – podtopienia i zalania pomieszczeń bądź piwnic budynków, czyli tzw. cofki. W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1] w §124 można znaleźć następujący zapis: „Skanalizowanie piwnic i innych pomieszczeń w budynku, położonych poniżej poziomu, z którego krótkotrwale nie jest możliwy grawitacyjny spływ ścieków, może być wykonane pod warunkiem zainstalowania w miejscach łatwo dostępnych urządzeń przeciwzalewowych, o konstrukcji umożliwiającej ich szybkie zamknięcie ręczne lub samoczynne, a w budynkach użyteczności publicznej – zamknięcie samoczynne”. Istnieją zatem wymagania w zakresie stosowania urządzeń przeciwzalewowych, jednak ze stosowaniem ich może być już różnie, szczególnie w budynkach już podłączonych do kanalizacji. Według [2] w praktyce urządzenia i rozwiązania tego typu nie są powszechnie stosowane tam, gdzie jest to wymagane.

Podtopienia budynków może także wywoływać obfity spływ powierzchniowy wód opadowych, czego przykładem mogą być zdjęcia (Rysunek nr 1 i 2) z 2013 roku z Krakowa. Intensywne opady doprowadziły wówczas do zalania wodą i błotem zwrotnicy przy ulicy Wielickiej – utrudniając ruch tramwajów w kierunku osiedla Kurdwanów. To tylko oczywiście przykłady skutków nawałnic pojawiających się coraz częściej nad miastami.



*Rys. 1 Podtopienia w czerwcu 2013 roku w Krakowie  
Pic 1. Flooding in June 2013 in Krakow*



*Rys. 2 Podtopienia w lipcu 2013 roku w Krakowie  
Pic 2. Flooding in July 2013 in Krakow*

Problemy związane z wodami opadowymi i ich odprowadzaniem nie są jednak nowe. Świadczyć o tym mogą choćby rzygacze występujące jako zakończenia rynien licznych zabytkowych budynków. Ich zadaniem było odprowadzenie wody deszczowej jak najdalej poza lico muru budynku [3]. Przykład takiego ozdobnego zakończenia rynny przedstawiono na rysunku nr 3. Stosowane są do dnia dzisiejszego, o czym świadczą oferty dostępne choćby w internecie [4, 5]. Można zainstalować rzygacz inspirowany motywem smoka, wilka czy lwicy wykonany z blachy miedzianej lub cynkowej. Jednak ich początki sięgają znacznie wcześniej, bo czasów faraona Niuserre (lata 2450 – 2325 p.n.e.) [3]. Można zatem zaryzykować stwierdzenie, iż problem odprowadzania wód opadowych jest równy wiekiem egipskim rzygaczom.



Rys. 3 Jeden z licznych rzygaczy katedry Notre Dame w Strasburgu we Francji  
Pic 3. One of the many gargoyles of the Notre Dame cathedral in Strasbourg, France

Z wymienionych powyżej powodów wynika, jak niezmiernie istotne jest właściwie zarządzanie wodami opadowymi w mieście oraz ich zagospodarowanie. Alternatywą dla odprowadzania wód deszczowych do systemów kanalizacyjnych jest zagospodarowanie ich w obrębie działek. W dalszej części artykułu przedstawiono różne sposoby proekologicznego zagospodarowania wód opadowych wraz z przykładami.

## 2. Zagrożenia związane z wodami opadowymi

Przyczyny występowania problemów z odprowadzaniem wód opadowych mogą być bardzo różne. Przykładowo, może to być kwestia niewłaściwej eksploatacji systemu, tj. niedrożna sieć wskutek zatoru czy zatkane wpusty deszczowe. Wymienić należy tu także źle zaprojektowaną kanalizację oraz brak bądź niedostateczne dostosowywanie istniejącego systemu do zwiększających się potrzeb, czyli możliwości odprowadzania coraz większych objętości ścieków opadowych w jednostce czasu. Tu pojawiają się dwa kolejne zagadnienia: zmiany klimatu i postępujące uszczelnienie powierzchni kosztem terenów zielonych występujące w miastach. Dołączyć można jeszcze kwestię rozbudowy systemów wraz z dołączaniem nowych odwadnianych posesji.

To tylko ważniejsze czynniki mogące generować problemy w odprowadzaniu i zagospodarowaniu wód deszczowych. Jest ich wiele, natomiast efekty bywają zwykle te same – podtopienia i zalania. Na rys.4 przedstawiono podtopienie jednej z głównych ulic Krakowa w lecie 2015 roku.



*Rys. 4 Lokalne podtopienia wywołane intensywnymi opadami 16.08.2015 roku – ulica Wielicka w Krakowie w okolicy skrzyżowania z ulicą Nowosądecką*

*Pic 4. Local flooding caused by intense precipitation 16.08.2015 - Wielicka street in Krakow in the vicinity of the intersection with the street Nowosądecka*

Projekt i modernizacja systemu są zagadnieniami indywidualnymi i powinny być rozpatrywane osobno dla każdego systemu. Tak samo problem zwiększającego się współczynnika spływu danej zlewni, chociaż w tej kwestii środki zaradcze mogą być podobne (np. zastosowanie zielonych dachów czy płyt ażurowych w miejsce asfaltu). Zmiany klimatu można rozpatrywać natomiast trochę szerzej, dla regionów. W kolejnym podrozdziale omówiono możliwości modelowania zmian klimatu dla Polski ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia opadów.

## 2.1. Prognozy zmian klimatu dla Polski

Badania zmian klimatu wraz z prognozami na przyszłość umożliwiają między innymi matematyczne modele klimatu. Wyróżnia się modele o zasięgu globalnym (GCM – z ang. *Global Climate Model*) i o zasięgu regionalnym (RCM – z ang. *Regional Climate Model*). Symulacja klimatu przy użyciu modeli GCM jest ogromnym zadaniem obliczeniowym [6]. W dzisiejszych czasach, w dobie superkomputerów nie stwarza to już takich problemów jak przed laty. Wspomnieć tu można, iż Polska jest w posiadaniu jednego z najszybszych komputerów na świecie. Krakowski superkomputer Prometheus z Akademickiego Centrum Komputerowego Cyfronet uplasował się w ostatnim rankingu top500 [7] – 500 najszybszych komputerów świata na 39 miejscu. Polska jest aktualnie szóstym krajem w Europie posiadającym komputer o dużej mocy obliczeniowej. Lepsze komputery znajdują się w Szwajcarii, Niemczech, Włoszech, Francji i Rosji oraz w Chinach, Stanach Zjednoczonych, Japonii, Arabii Saudyjskiej, Australii i Południowej Korei. Dodać można, iż nie jest to jedyny polski komputer znajdujący się w tym prestiżowym rankingu.

W Wielkiej Brytanii w Met Office Hadley Centre rozwijany jest system modelowania regionalnego klimatu o nazwie PRECIS. Nazwa ta pochodzi od angielskiego skrótu Providing REgional Climate for Impacts Studies, co może być tłumaczone jako dostarczanie regionalnego klimatu dla analiz oddziaływań. System ten zaprojektowany jest do uruchamiania na komputerach pracujących w systemie Linux, a może być w łatwy sposób zastosowany do dowolnego obszaru globu, aby generować szczegółowe prognozy zmian klimatu [8]. Model o nazwie HadRM3P jest regionalnym modelem klimatu używanym w systemie modelowania PRECIS [9]. Jest to regionalna konfiguracja w wysokiej rozdzielczości modelu HadAM3, a pozwala ona na osiągnięcie rozdzielczości 50 km x 50 km na 19 poziomach [10].

Przy porównaniu horyzontów czasowych 1961 – 90 i 2070 – 99 można stwierdzić za [6], iż omawiany wcześniej model HadRM3P dla Polski przewiduje wprawdzie mniejszą całkowitą sumę opadu w lecie, ale także wzrost opadu intensywnego (maksymalnego opadu 24 godzinnego). Coraz większa część opadów w lecie może zatem przypadać na opady o dużej intensywności [6], a to właśnie opady intensywne stwarzają największe zagrożenie lokalnymi podtopieniami na obszarach miejskich.



### 3. Zagrożenia związane z wodami opadowymi

#### 3.1. Koncepcja programu WIR dla wód opadowych – Wykorzystanie – Infiltracja – Retencja

Niezmiernie istotne jest, aby zagospodarowanie wód opadowych przebiegało w zrównoważony sposób. Oczywiście najprostszym rozwiązaniem może wydawać się sprawne i szybkie zebranie i odprowadzenie wód deszczowych do odbiornika, jednak często zdarza się, że odbiornik nie jest w stanie przyjąć całej objętości wód deszczowych w tak krótkim czasie i dochodzi wówczas do podtopień. Z drugiej strony należy także ograniczyć wzrost współczynnika spływu, aby miasta w niedługiej przyszłości nie zaczęły przypominać betonowej pustyni pozbawionej jakiegokolwiek roślinności. Celowe wydaje się także wykorzystanie wód opadowych w miejscu ich powstania, co pozwala równocześnie na minimalizację zużycia jakże cennego surowca jakim jest woda wysokiej jakości pobierana z wodociągu.

Znane są liczne programy i opracowania dotyczące zagospodarowania wód opadowych w różnych regionach. Można tu wymienić takie koncepcje jak LID (Low Impact Development) ze Stanów Zjednoczonych [11], czyli zabudowę o niskim oddziaływaniu na środowisko, WSUD (Water Sensitive Urban Design) z Australii [11, 12] czy SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) z Wielkiej Brytanii [11, 12] i ARD (Artful Rainwater Design) z USA [12]. Ponadto wymienić można także polską nazwę TRIO – alternatywą dla systemów SUDS – wprowadzoną w pozycji [12]. Odnosi się ona, zgodnie z zamierzeniem jej autorki do czterech procesów w zagospodarowaniu wód opadowych, tj. transportu, retencji, infiltracji i oczyszczania.

W Polsce zagospodarowanie wód opadowych inne niż szybkie odprowadzenie do systemu kanalizacyjnego, a potem do odbiornika, ciągle jeszcze nie jest stosowane na szeroką skalę. Z tego właśnie względu proponuje się, aby w Polsce stosować bardzo prostą w swych założeniach koncepcję o nazwie WIR. Akronim ten powstał jako skrót od nazw podstawowych sposobów zagospodarowania wód deszczowych takich jak: wykorzystanie, infiltracja i retencja (poza oczywiście odprowadzeniem do odbiornika). Kolejność liter proponowanego akronimu nie jest przypadkowa. Koncepcja ta zakłada, iż w pierwszej kolejności w miarę możliwości należy wodę opadową wykorzystywać w miejscu jej powstania, następnie – stosować infiltrację. Jeżeli dla pierwszego i drugiego ze sposobów zostaną wyczerpane możliwości zastosowania, należy przynajmniej stosować retencję i spowolnienie odpływu. Nie bez znaczenia dla rozpowszechniania założeń tej koncepcji i popularyzacji jej wśród mieszkańców miast jest fakt, iż jest to akronim składający się z liter pochodzących od polskich słów, a nie jak to często bywa od angielskich nazw procesów lub systemów.

#### 3.2. Możliwości wykorzystania wód deszczowych

Wykorzystanie wód opadowych wiąże się z ich wcześniejszym zebraniem i poprzedzającym użycie – retencjonowaniem, a często także z ich oczyszczeniem. Dodać należy także, iż zasilanie wodami opadowymi ogrodów deszczowych czy stawów również można nazwać ich wykorzystaniem dla utrzymania otaczającego człowieka środowiska, jednak zostało ono, podobnie jak retencja, omówione w następnych podrozdziałach związanych z infiltracją wód deszczowych i retencją.

Wykorzystanie wód opadowych do celów użytkowych wywodzi swe korzenie już ze starożytności. Istniały wówczas podziemne zbiorniki (cysterny) o pojemności sięgającej wielu tysięcy metrów sześciennych, w których magazynowano wodę opadową wykorzystując ją jako wodę do picia [13].

Najprostszym przykładem wykorzystania „deszczówki” jest gromadzenie jej, choćby w prowizorycznym zbiorniku, a potem użycie do podlewania ogrodu. Znane są jednak także inne sposoby wykorzystania wód opadowych w gospodarstwach domowych i budynkach użyteczności publicznej. Według [14] około połowę dziennego zużycia wody wodociągowej można zastąpić wodą o niższej jakości, co szczególnie dotyczy używanej do spłukiwania toalet. W Polsce można podać kilka przykładów wykorzystania wody deszczowej do tego właśnie celu. Należy do nich stadion sportowy Energa Gdańsk. Zgodnie z informacjami z [15] obiekt ten wyposażony jest w cztery zbiorniki retencyjne o łącznej pojemności 3150 m<sup>3</sup>. Woda opadowa zbierana jest systemem trzech rynien, a po jej oczyszczeniu wykorzystywana w toaletach (do spłukiwania pisuarów i WC) [16] oraz częściowo do podlewania murawy boiska o wymiarach 105 na 68 m [15]. System wykorzystania wody deszczowej pozwala na znaczne zmniejszenie zużycia wody wodociągowej. W 2013 roku wykorzystano 4305 m<sup>3</sup> wody opadowej [16], a w dwa lata później – ponad 700 m<sup>3</sup> więcej, bo 5037 m<sup>3</sup> [15]. Nie jest to jedyny obiekt sportowy w Polsce, w którym używa się wodę deszczową. Wymienić tu można także Stadion Narodowy w Warszawie, gdzie wykorzystywana jest ona do spłukiwania wszystkich toalet oraz stadion we Wrocławiu, gdzie podobnie jak w Gdańsku - wody opadowe wykorzystywane są do spłukiwania toalet, podlewania murawy, a ponadto do nawadniania terenów zielonych o powierzchni 0,5 hektara znajdujących się wokół stadionu [17]. Oprócz wymienionych zastosowań rozważa się także stosowanie „deszczówki” do pralek i utrzymania czystości, np. mycia podłóg [13, 14] oraz do nawadniania cmentarzy, w myjniach samochodów, autobusów i innych pojazdów [14]. Znane są także użycia „deszczówki” w zmywarce, ale konieczne jest wówczas dokładne wysuszenie naczyń – na co z kolei nie ma żadnej gwarancji [14].

Zaznaczyć należy, iż przed przystąpieniem do projektowania należy sprawdzić możliwości zastosowania wód opadowych w przepisach państwowych oraz obowiązujące zalecenia i ewentualne wymagane uzgodnienia w tym zakresie.

### 3.3. Infiltracja wód deszczowych

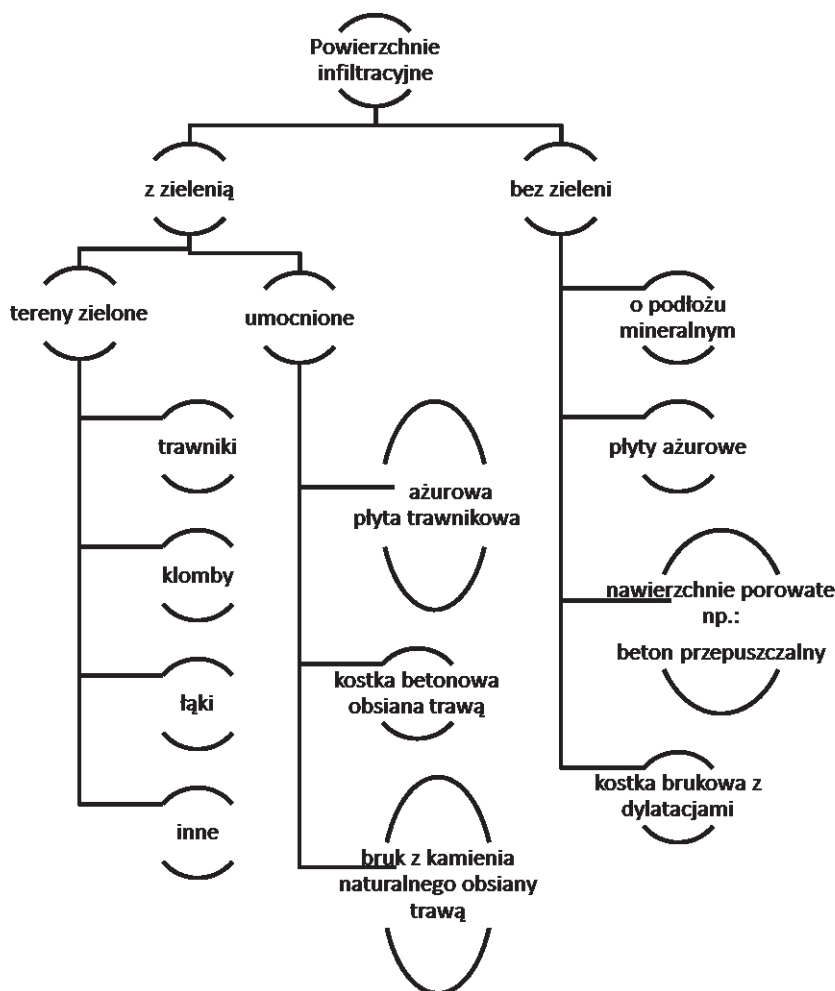
Systemy zagospodarowania wód opadowych przeznaczone do realizacji procesu infiltracji, czyli tzw. wsiąkania można podzielić na kilka rodzajów. Będą to urządzenia wykorzystujące proces [13, 18]:

- infiltracji powierzchniowej
- infiltracji z retencją powierzchniową
- infiltracji z retencją podziemną.

Istnieją także inne podziały tych urządzeń. Według [19] wyróżnia się urządzenia do infiltracji powierzchniowej, infiltracji z retencją powierzchniową (tak jak w przytoczonym wcześniej podziale) oraz do infiltracji podziemnej, a wśród nich te, do infiltracji z retencją.

Proces infiltracji powierzchniowej definiuje się jako przesączanie przez przepuszczalną powierzchnię, podczas którego nie występuje nadpiętrzenie bądź wcześniejsze nagromadzenie wody [13]. Powierzchnia przepuszczalna może być umocniona i/lub porośnięta zielenią. Proces ten realizowany może być na terenach zielonych i powierzchniach przepuszczalnych [18]. Klasyfikacje i przykłady powierzchni infiltracyjnych zamieszczono na rysunku nr 5.

Betonowe ażurowe płyty obsiane trawą bądź nie, są rozwiązaniem stosowanym w Polsce dosyć często, niemniej z pewnością nie brakuje miejsc, gdzie zamiast betonowej bądź asfaltowej powierzchni szczelnej mogłoby występować właśnie takie. Na rysunku nr 6 zaprezentowano jeden z przykładów ich zastosowania w Krakowie.



Rys. 5 Klasyfikacja powierzchni infiltracyjnych  
Pic 5. Classification of surface od infiltration





*Rys. 6 Infiltracja powierzchniowa – parking na terenie kampusu Politechniki Krakowskiej*  
*Pic 6. Surface infiltration - parking on the campus of Cracow University of Technology*

Do realizacji procesu infiltracji połączonego z retencją podziemną należą takie urządzenia i obiekty jak [18]: studnie chłonne, rigole, дренаże i skrzynki rozsączające oraz komory drenazowe, chociaż klasyfikacja ta, jak wspomniano wcześniej ma u różnych autorów pewne modyfikacje. Z kolei do prowadzenia procesu infiltracji z retencją powierzchniową zalicza się niecki chłonne (infiltracyjne), zbiorniki chłonne (infiltracyjne) [18, 19], muldy i rowy chłonne oraz ogrody deszczowe i zielone dachy [18], chociaż i od tej klasyfikacji można znaleźć odstępstwa. Według [19] ogrody deszczowe traktowane mogą być jako sposób kształtowania i zasilania elementów krajobrazu lokalnego. Zielone dachy, pomimo iż działają w oparciu o zjawisko infiltracji w miejscu opadu [19] – również można traktować w pewnym sensie jako sposób wykorzystania wody deszczowej (do ich nawadniania).

### 3.3.1. Zielone dachy

Zagadnienie zielonych dachów jest bardzo obszernym tematem. Nawet w Polsce coraz częściej zaczyna się o nich dyskutować i także je stosować, czego dowodem jest opracowanie wytycznych w języku polskim do projektowania, wykonawstwa i pielęgnacji dachów zielonych [20]. Można nawet wymienić kilka interesujących przykładów ich realizacji na większą skalę. Do najbardziej znanych zaliczyć należy dachy zielone na obiektach Parku Wodnego w Białce Tatrzańskiej czy ogród na budynku Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego. Kolejne inwestycje, uwzględniające w swych projektach zielone dachy, są w trakcie realizacji, a także w planach. Przegląd ciekawszych inwestycji tego typu zrealizowanych w Polsce można znaleźć w [21].

### 3.4. Sposoby retencjonowania wód deszczowych

W przypadku braku możliwości wykorzystania wody deszczowej bądź jej infiltracji można stosować tylko retencję wody deszczowej jako samodzielny proces. Stosuje się wówczas różnego rodzaju zbiorniki deszczowe zlokalizowane na sieci kanalizacyjnej lub przed podłączeniem do niej. Typ zbiorników uzależniony jest między innymi od rodzaju sieci kanalizacyjnej na której są lokalizowane (sieć ogólnospławna czy deszczowa) lub do której instalacja obejmująca zbiornik jest włączana. Projektowane są zbiorniki o konstrukcji otwartej i zamkniętej.

Wśród rozwiązań zbiorników deszczowych można wymienić standardowe, jak również mniej typowe rozwiązania. Szczegółowy opis różnych zbiorników można znaleźć m.in. w pozycji [19,22].

Oprócz standardowych betonowych zbiorników o podstawie prostokąta, okręgu lub owalnych oferowane są również przez niektóre firmy [m.in. 23,24] zbiorniki rurowe. Takie rozwiązania zostały zastosowane między innymi przy odwodnieniu drogi ekspresowej S2/S79 w Warszawie oraz autostrady A4 na odcinku Rzeszów – Dębica [25].

Konstrukcja zbiorników retencyjnych podlega także ciągłemu rozwojowi. Pojawiają się nowe, innowacyjne rozwiązania, czego przykładem może być rurowy zbiornik retencyjny podzielony na sekcje przegrodami zlokalizowanymi w studzienkach bądź komorach kanalizacyjnych, będący przedmiotem zgłoszenia patentowego [26,27].

## 4. Podsumowanie i wnioski

Kwestia zagospodarowania wód opadowych ze zlewni zurbanizowanych to od wielu lat ważny temat i złożony problem, z którym boryka się szereg miast Polski. Infrastruktura kanalizacyjna w obecnych czasach funkcjonuje i rozwija się w klimacie niepewności i ryzyka.

Brak podejmowania działań w celu osiągnięcia prawidłowego i odpowiedniego zarządzania w zakresie wód opadowych w miastach może mieć katastrofalne skutki już w niedalekiej przyszłości. Istotne jest, aby tam, gdzie są odpowiednie warunki – w pierwszej kolejności rozważać proekologiczne systemy zagospodarowania wód opadowych, dostosowując do nich konkretne rozwiązania. Rozwiązania te pozwalają na bezpieczne, racjonalne odwadnianie, zorientowane na zmniejszenie ilości i prędkości przepływu wody pochodzącej z odwadnianych powierzchni utwardzonych oraz poddawanie jej podczyszczaniu.

Celowość stosowania alternatywnych rozwiązań zagospodarowania wód opadowych należy rozpatrywać zarówno w aspekcie ekologicznym, technicznym jak i ekonomicznym.

Równoległe z wdrażaniem nowych technologii zagospodarowania wód opadowych na obszarach zurbanizowanych powinna mieć miejsce na szeroką skalę edukacja ekologiczna społeczeństwa.

## Bibliografia

- 1) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. 2002 nr 75 poz.690 (tekst jednolity)
- 2) Joniec W. „Zabezpieczenia przed przepływem zwrotnym w kanalizacji”, Rynek Instalacyjny nr 11/2008
- 3) Wijas – Grocholska E. „Rzygacze” Dachy nr 10 (166) 2013 wersja elektroniczna czasopisma: <http://www.klubdachy.pl/branza/rzygacze/> dostęp 3.04.2016 r.
- 4) <http://rextorn.com/wyroby/kategoria/2> dostęp 18.04.2016 r.
- 5) <http://allegro.pl/rzygacze-rzygacz-wodorzygacz-glowa-smoka-produkcja-i5333480819.html> dostęp 18.04.2016 r.
- 6) Kundzewicz Z.W., Kowalczak P. „Zmiany klimatu i ich skutki” Wydawnictwo Kurpisz S.A., Poznań 2008
- 7) <http://www.top500.org/list/2015/11/> dostęp 3.04.2016 r.
- 8) <http://www.metoffice.gov.uk/research/applied/applied-climate/precis> dostęp 3.04.2016r.
- 9) Moufouma – Okia W., Jones R. „Downscaling ability of the HadRM3P model over North America” [https://www.narccap.ucar.edu/users/user-meeting-09/talks/wilfran\\_narccap\\_workshop\\_sep09.pdf](https://www.narccap.ucar.edu/users/user-meeting-09/talks/wilfran_narccap_workshop_sep09.pdf) dostęp 3.04.2016 r.
- 10) <http://www.climateprediction.net/climate-science/models-used/> dostęp 3.04.2016 r.
- 11) Wagner I., Krauze K. „Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne” w „Zrównoważony rozwój – Zastosowania” nr 5, 2014
- 12) Januchta – Szostak A. „Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych” Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej Poznań 2011
- 13) Geiger W., Dreiseitl H. „Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik” Oficyna Wydawnicza Projprzem – EKO Bydgoszcz 1999
- 14) Losch H.A. „Woda deszczowa dla domu i ogrodu. Do it yourself” Arkady Warszawa 1998
- 15) „Woda na stadionie Energa Gdańsk” 7.04.2016 r. Informacje uzyskane od Rzecznika Prasowego Stadionu ENERGA Gdańsk poprzez pocztę elektroniczną
- 16) <http://www.stadionenerga.pl/aktualnosc/deszczwka-do-25-tysicy-wanien-kpielowych-3369> dostęp 3.05.2016 r.
- 17) Krzemiński J. „Stadion narodowy – murawa zielona. A reszta?” <http://ekorynek.com/prenumerata/92-miasta/109-stadion-narodowy-murawa-zielona-a-reszta> dostęp 3.05.2016 r.
- 18) Wojciechowska E., Gajewska M., Żurkowska N., Surówka M., Obarska - Pempkowiak H. „Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową” Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015
- 19) Królikowska J., Królikowski A. „Wody opadowe. Odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie” Wydawnictwo Seidel – Przywecki Sp. z o.o. 2012
- 20) praca zbiorowa (redakcja merytoryczna) Burszta – Adamiak E. „DAFA DZ 1.01. Wytyczne do projektowania, wykonania i pielęgnacji dachów zielonych - Wytyczne dla dachów zielonych”

- 21) Bąk J., Królikowska J. „Zielone dachy w Polsce jako element błękitno - zielonej infrastruktury” – maszynopis
- 22) Królikowska J., Królikowski A., Żaba T. „Kanalizacja. Podstawy projektowania, wykonawstwa i eksploatacji”, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, Kraków 2015
- 23) <http://www.amiantit.eu/pl/mediacenter/brochures>
- 24) <http://www.hobas.pl>
- 25) Pawełczyk P. „Hobas. Współczesne rozwiązania konstrukcyjne zbiorników retencyjnych”, [http://www.sejmik.kielce.pl/temp/zdjecia\\_kat/35763/wspolczesne\\_rozwiazania\\_konstrukcyjne\\_zbiornikow\\_retencyjnych.pdf](http://www.sejmik.kielce.pl/temp/zdjecia_kat/35763/wspolczesne_rozwiazania_konstrukcyjne_zbiornikow_retencyjnych.pdf), dostęp 26.04.2016 r.
- 26) Dziopak J., Stec A., Słyś D. „Rurowy zbiornik retencyjny” Zgłoszenie patentowe nr P.391574. Urząd patentowy RP, Warszawa 2009
- 27) Dziopak J., Stec A., Słyś D. „Rurowy zbiornik retencyjny ścieków deszczowych”, Nowoczesne budownictwo Inżynieryjne, marzec – kwiecień 2011, s. 62 – 64