

Jak przygotować miejską sieć kanalizacji deszczowej do przyjmowania nadmiaru wód opadowych

Wody opadowe w mieście wciąż postrzegane są głównie jako źródło podtopień czy powodzi i projekty inwestycyjne koncentrują się głównie na rozwiązaniu tego problemu. Tymczasem biorąc pod uwagę rosnącą, szczególnie latem, średnią temperaturę powietrza, susze i coraz częstsze zjawiska niedoboru wody pitnej, opady w mieście należałoby raczej w mądry sposób zatrzymywać, niż jak najszybciej się ich pozbywać.

Retencja miejska sposobem na powódzie i podtopienia

Woda opadowa w miastach to duże wyzwanie dla systemów kanalizacyjnych. Zbyt szybki odpływ powierzchniowy z uszczelnionych powierzchni oraz kanalizacja deszczowa nieprzygotowana na tzw. powódzie miejskie, a także brak infrastruktury pozwalającej na gromadzenie, magazynowanie i wykorzystanie wód deszczowych „u źródła” lub „na ścieżce” to główne powody problemów, z jakimi boryka się nasze miasta wraz ze zmianami klimatu.

Jak pokazuje najbardziej obecnie wiarygodne źródło informacji o natężeniu opadów, tj. Polski Atlas Natężeń Deszczów – PANDa z danymi z lat 1986–2015 (zarejestrowanymi z użyciem 100 ustandaryzowanych deszczomierzy) [1], systemy zagospodarowania wód deszczowych w miastach muszą uwzględniać większą, niż przyjmowano do tej pory w projektowaniu, częstotliwość występowania deszczy nawaalnych. Rozbudowa sieci kanalizacji deszczowej jest rozwiązaniem o pewnych ograniczeniach – chcąc zaprojektować system „na każdy deszcz”, projektant przekroczy granicę opłacalności budowy i eksploatacji,

a sama eksploatacja przez ten okres, kiedy deszcz nawałny nie występuje (a więc dotycząca sieci przewymiarowanej), okaże się uciążliwa, utrudniona i kosztowna. Dlatego sieć kanalizacji deszczowej zdecydowanie musi zostać uzupełniona o rozwiązania zapewniające zatrzymywanie opadu w miejscu jego powstawania oraz spowalniające odpływ – np. sieciowe i lokalne zbiorniki retencyjne lub systemy odwodnień z funkcją magazynowania i retencji, okresowo zwiększające swoją pojemność.

Przykładem zastosowania retencji do walki z miejskimi powodziami jest Mielec na Podkarpaciu. W ramach działania „Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe, w szczególności katastrofy naturalne oraz monitoring środowiska” (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020) zrealizowano projekt pt. „Budowa układów retencji wód opadowych i roztopowych na terenie Gminy Miejskiej Mielec”. Inwestycja kosztowała ponad 25 mln zł, z czego dofinansowanie objęło ok. 17,4 mln zł. Przygotowując inwestycję, stwierdzono, że sam remont kanalizacji deszczowej nie rozwiąże problemu regularnych podtopień – konieczna była budowa podziemnych zbiorników retencyjnych gromadzących wodę podczas intensywnych opadów oraz dających możliwość jej efektywnego późniejszego wykorzystania. W ramach pierwszego i drugiego etapu powstały trzy układy zbiorników retencyjnych z pompowniami o łącznej pojemności ponad 4 tys. m³. W jej wyniku przebudowano sieć kanalizacji deszczowej i rów melioracyjny oraz wybudowano podziemne zbiorniki retencyjne o łącznej pojemności 6,5 tys. m³, opróżniane grawitacyjnie i pompowo – największa bateria zbiorników ma pojemność 2,3 tys. m³ i jest wyposażona w separator, regulator

wydajności o maks. przepływie 27,7 l/s oraz dwie pompy zatapialne o wydajności 100 m³/h każda. Na terenie nad zbiornikiem przewidziano stworzenie atrakcyjnego dla mieszkańców terenu zielonego.

Jak podkreślają władze miasta, zasadniczym celem powstania inwestycji było zapobieganie podtopieniom i ich skutkom w czasie deszczów nawaalnych, jednak w planach jest



Fot. 2. Przykład rozwiązania retencji miejskiej instalowanego na osiedlu mieszkaniowym w Mielcu. Źródło: Uponsor Infra

także wykorzystanie wód opadowych zamiast ich odprowadzania do odbiornika – zapewne do podlewania trawników w miejskich parkach czy na boiskach sportowych, a być może również do spłukiwania toalet w budynkach, mycia dróg i ulic oraz zasilania pojazdów komunalnych, tzw. WUKO [2, 3, 4].

Wykorzystanie wód opadowych przez miasto

Podejście do zagospodarowania wód opadowych powinno zatem ewoluować w kierunku zapowiadanych przez władze Mielca. System nie może w obliczu obecnych wyzwań ograniczać się do ochrony przed powodziami i podtopieniami oraz odciążania infrastruktury sieci kanalizacyjnej. Niezbędne jest zarówno zatrzymywanie wód opadowych w środowi-



Fot. 1. Rozwiązania retencji powierzchniowej i podziemnej na osiedlu Kronsberg w Hanowerze. Źródło: Landeshauptstadt Hannover

sku, np. poprzez tzw. zrównoważony system drenażowy zapewniający rozsączenie i zachowanie wód o odpowiedniej jakości w gruncie, oraz wykorzystanie wód opadowych ze względu na coraz wyższy wskaźnik stresu wodnego (gdy zasoby wodne są niewystarczające do spełnienia podstawowych wymagań ludzi i środowiska) i coraz częściej pojawiające się problemy z dostępnością wody. Zjawiska deszczy ekstremalnych nie rekompensują w sposób naturalny suszy (czy suszy hydrogeologicznej). Ulewa zwykle występuje po okresie bezdeszczowym, więc grunt jest wysuszony i nieprzygotowany do tego, by przyjąć większą ilość wody, która mogłaby zasilić wody podziemne. Nadmiarowa woda spływa po powierzchni i jest zwykle odprowadzana do kanalizacji i wód powierzchniowych.

Jak podaje NIK w komunikacie pokontrolnym w 2021 r. [5], ok. 70% wód opadowych jest bezpowrotnie traconych ze względu na uszczelnienie powierzchni w miastach i szybkie odprowadzenie bezpośrednio do systemów kanalizacyjnych. „Dlatego tak ważna jest zmiana podejścia do zagadnienia wód opadowych i dążenie do ograniczenia ich spływu powierzchniowego, poprzez m.in. zwiększanie tzw. retencji terenowej, a także ich podczyszczanie w celu wykorzystania w gospodarce komunalnej, przemyśle oraz w gospodarstwach indywidualnych” [5].

Wykorzystanie wód opadowych wciąż zbyt rzadko staje się dla miast celem równorzędnym z ochroną przed zalaniem i podtopieniami przy projektowaniu miejskiego systemu kanalizacji deszczowej i retencji. Jak informuje NIK, „Wprawdzie skontrolowane miasta dostrzegały problematykę gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi, to jednak miało to miejsce głównie w kontekście ochrony lokalnej infrastruktury przed negatywnymi skutkami powodzi i podtopień, będących wynikiem gwałtownych opadów atmosferycznych”. Inspektorzy Izby odwiedzili 18 miast i stwierdzili, że zagospodarowanie wód

opadowych i roztopowych polega najczęściej na rozbudowie sieci kanalizacji deszczowej, obejmującej m.in. jej wydzielenie z tzw. kanalizacji ogólnospławnej (pełniacej także funkcję kanalizacji ściekowej). Rzadziej podejmowanym działaniem jest budowa zbiorników retencyjnych czy studni infiltracyjnych. W 12 miastach zastosowano rozwiązania zapewniające infiltrację wód oraz ich gromadzenie i wykorzystanie (np. pasy zieleni buforowej, nawierzchnie przepuszczalne, ogrody deszczowe). Mniej niż 1/3 skontrolowanych miast dotowała lub promowała zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych w mikroskali, tj. na terenie poszczególnych nieruchomości, realizowane przez mieszkańców, instytucje bądź osoby prawne. Inwestycje w skontrolowanych miastach wyniosły 809 mln zł (w tym 248 mln zł z dofinansowań), a w ich wyniku powstało 161 km sieci kanalizacji deszczowej, 31 zbiorników retencyjnych i retencyjno-infiltracyjnych oraz 327 deszczowych studni chłonnych [5].

W 2017 r. znowelizowano ustawę Prawo wodne, wprowadzając nowe opłaty za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych oraz zmniejszenie naturalnej retencji terenowej, których celem jest zachęcenie do zwiększania retencji terenowej i wykorzystania wód opadowych [6]. Jednak w praktyce rozwiązanie to często okazuje się niewystarczające. Z inicjatywy Ministerstwa Klimatu i Środowiska trwają prace nad ustawowym wzmocnieniem klimatycznego wymiaru polityki miejskiej [7]. W ustawie o samorządzie gminnym ma się pojawić wymóg, że *co najmniej 30% środków wydatkowanych w ramach budżetu obywatelskiego wyodrębnia się na projekty związane z ochroną miejskiego środowiska przyrodniczego (...)*, a zgodnie z projektem nowelizacji Prawa ochrony środowiska miasta liczące ponad 20 tys. mieszkańców będą obowiązkowo opracowywać plany adaptacji do zmian klimatu [7]. Jak napisano w dokumencie oceniającym skutki regulacji, miejskie

plany adaptacji „są instrumentami wspierającymi działania na rzecz zwiększenia odporności na zmiany klimatu, w tym zwiększenia retencji wody opadowej i roztopowej, rozwoju zieleni oraz tzw. odbetonowania przestrzeni miejskiej” [7]. Elementami adaptacji miast do zmian klimatu są, zgodnie ze strategicznym dokumentem krajowym [8], m.in. rewitalizacja przyrodnicza miasta ze szczególnym uwzględnieniem małej retencji oraz wymiana szczelnych powierzchni gruntu na przepuszczalne.

Zrównoważony system drenażu

Ważnym sposobem na poprawę zagospodarowania wód w miastach jest też zrównoważony system drenażu [9]. Jego zadaniem jest zatrzymywanie wody w miejscu jej powstawania i uniemożliwienie szybkiego odpływu powierzchniowego oraz wspieranie przesiąkania wody deszczowej do gruntu. W tej grupie rozwiązań łączy się rozszczelnianie nawierzchni miejskich i wspomaganie przesiąkania oraz rozsączenie wód deszczowych w glebie.

Rozszczelnienie polega na zastępowaniu powierzchni utwardzanych obszarami przepuszczalnymi poprzez tworzenie placów, chodników czy parkingów, tzw. zielonych (z krat ażurowych przeznaczonych do nasadzeń roślinnych) lub z materiałów porowatych, takich jak kruszywo, płyty ażurowe, przesiąkliwe asfalty lub betony itp. Nie od dziś GDDKiA wręcz zaleca budowanie mniejszych parkingów (poniżej 1 ha) jako tzw. parkingów zielonych – z nawierzchniami przepuszczalnymi i docelową infiltracją wód opadowych do podłoża [10]. W tym obszarze powstają także nowe rozwiązania. W latach 2014–2018 duńska firma architektoniczna współpracująca z jednym z producentów odwodnień i innych elementów betonowych oraz z instytucjami i gminami otrzymała dotację na realizację „płytek klimatycznych” (The Climate Tile). Płytki te, przeznaczone do wykończenia elewacji i nawierzchni chodników w miastach, usprawniają i przywracają proces naturalnego



Fot. 3. Przykład zastosowania niecki infiltracyjnej w parku Rataje w Poznaniu: a) niecka w porze suchej – miejsce wypoczynku i plac zabaw, b) niecka po opadach – wodny plac zabaw

Źródło: UM Poznania

» obiegu wody, zatrzymując wodę opadową w miejscu powstania. Woda przesącza się przez perforacje w płytkach, a następnie systemem zintegrowanych rurek kierowana jest do kieszek faszynowych – w razie potrzeby następuje w nich okresowe gromadzenie nadmiaru wody i spowolnienie odpływu, a woda odprowadzana z powierzchni jest przede wszystkim wykorzystywana do miejscowego nawadniania roślin. Zimą, kiedy woda spływająca z chodników może cechować się wysoką zawartością soli (pochodzącej z ochrony chodników przed oblodzeniem), kierowana jest ona bezpośrednio do kanalizacji [11]. Nawierzchnie takie, założone na gruntach dobrze i średnio przepuszczalnych, można tworzyć przy zachowaniu co najmniej 1 m odległości od poziomu zwierciadła wody gruntowej.



Fot. 4. Nawierzchnia przepuszczalna w miejskim systemie drenażu zrównoważonego: a) płytki perforowane w układzie z płytkami tradycyjnymi, b) zasada działania układu drenażowo-rozsączającego opartego na płytkach perforowanych

Źródło: Tredje Nature

Nawierzchnie przepuszczalne uzupełniane są przez rozwiązania z zakresu drenażu powierzchniowego: niecki i muldy chłonne, skrzynki korzeniowe dla drzew nasadzanych w gęstej zabudowie, rigole (rowy chłonne z materiałem o wysokiej wodoprzepuszczalności), ogrody deszczowe oraz inne rozwiązania z obszaru tzw. infrastruktury błękitno-zielonej wspomagającej bioretencję, np. filtry bagienne, oczyszczalnie hydrofitowe, dachy i ściany zielone (także np. na wiatkach przystankowych) [9, 12].

Natomiast do odbioru wód opadowych z powierzchni zarówno przepuszczalnych, jak i utwardzonych wyposażonych w system odwodnień mogą także posłużyć rozwiązania

drenażu podziemnego, przeznaczone do bezciśnieniowego rozprowadzania i rozsączania odpływu wody deszczowej. Można tu zastosować skrzynki rozsączające (samodzielne lub jako wypełnienie zbiornika retencyjnego) – modułowe ażurowe bloki komorowe z tworzyw sztucznych (np. poliolefiny, a dla mniejszych układów polietylen lub polipropylen) zabezpieczone geowłókniną przed zatknięciem przez cząstki gruntu. Modułowa budowa umożliwia grupowanie skrzynek w pionie i w poziomie, a zatem dopasowanie układu do konkretnej powierzchni odwadnianej. Drugim rozwiązaniem są tunele drenażowe (rozsączające), które dobrze sprawdzą się jako rozwiązanie samodzielne lub wspomagające tradycyjne systemy kanalizacyjne, np. dla obiektów mających limity włączenia dodatkowej ilości wód deszczowych do kanalizacji (przemysł, obiekty sportowe i handlowe, osiedla mieszkaniowe, tereny zielone i rekreacyjne, ciągi komunikacyjne), umożliwiające skuteczne odbieranie nadmiaru wód i ich stopniowe rozsączanie. Tunele – liniowe komory perforowane bez dna, różniące się wykonaniem materiałowym i zastosowaniem (tunele ciężkie mogą być bezpiecznie układane pod drogami, podjazdami lub parkingami) – można posadawiać płytko, co zmniejsza ilość koniecznych do wykonania prac ziemnych. Odległość podstawy skrzynek i tuneli rozsączających od lustra wody gruntowej musi wynosić co najmniej 1 m [12, 13].

Zbiorniki retencyjne nie tylko sieciowe

Zasadniczym rozwiązaniem umożliwiającym retencję i stosowanym w miejskiej sieci kanalizacji deszczowej są zbiorniki retencyjne. Ze względu na ograniczoną dostępność miejsca, związaną np. z istniejącą zabudową lub koniecznością umiejscowienia rozwiązań retencyjnych w niewielkiej przestrzeni, stosuje się najczęściej zbiorniki podziemne. Dostępne są rozwiązania z zakresu retencji rurowej (wielkośrednicowe kanały retencyjne) lub zbiorniki podziemne – prefabrykowane lub wykonywane na miejscu. Zbiorniki i kanały retencyjne można też łatwo doposażyć w urządzenia piętrzące (np. sterowane siłownikiem elektrycznym) oraz podczyszczające zmagazynowaną wodę, a także urządzenia do monitoringu stanu zbiorników oraz poziomu, przepływu i jakości wody. Rozwiązania takie umożliwiają włączenie elementów retencyjnych do systemu monitoringu i zarządzania wodą deszczową w mieście.

W sieciach miejskich kanalizacji deszczowej stosuje się najczęściej zbiorniki podziemne. Zależnie od ich wymaganej wielkości, warunków

gruntowych i obciążenia naziemu (zagospodarowania terenu nad zbiornikiem) można wybrać zbiornik żelbetowy lub z tworzywa sztucznego. Każde z tych rozwiązań cechuje się trwałością, szczelnością i odpornością chemiczną na oddziaływanie gruntu. Zbiorniki z tworzyw sztucznych są lżejsze, co może się przyczynić do łatwiejszego, sprawniejszego i tańszego ich transportu i montażu. Często stosuje się je w mniejszych sieciach albo jako zbiorniki boczne. Natomiast masywne zbiorniki żelbetowe dobrze sprawdzą się w trudnych warunkach gruntowo-wodnych (np. nie trzeba stosować dodatkowego zabezpieczenia przeciwwyporowego), a także w miejscach obciążonych ruchem kołowym. W tym drugim przypadku wykonanie zbiornika jest zgodne z normami dotyczącymi transportu drogowego.

W przypadku zbiorników żelbetowych są to najczęściej zbiorniki prefabrykowane, wykonane z monolitycznych segmentów (dennic, elementów przedłużających, podpór czy płyt pokrywowych). W porównaniu do zbiorników wykonywanych na miejscu cechują się wysoką, powtarzalną jakością wynikającą z kontrolowanej produkcji, przewidywalnym czasem realizacji oraz mniejszą podatnością na błędy wykonawcze na miejscu. Wykonywane są najczęściej jako zbiorniki prostopadłościenne, z możliwością podzielenia na komory.



Fot. 5. Zbiorniki retencyjne prefabrykowane: a) zbiornik betonowy z możliwością uzupełnienia o dodatkowe funkcje, źródło: Ecol-Unicon, b) zbiornik żelbetowy komorowy podczas montażu, źródło: Sienkiewicz



Fot. 6. Kanały retencyjne przy Dworcu Zachodnim w Warszawie:
a) posadowienie kanału, b) widok kanału przy torowisku
Źródło: Uponor Infra, fot. Quality Studio

Producenci zbiorników mogą zwykle wykonać zbiorniki prefabrykowane o dowolnych wielkościach (np. co 10 cm).

Kanały retencyjne stosowane są tam, gdzie brakuje miejsca (np. w gęstej zabudowie miejskiej), montaż masywnego zbiornika jest utrudniony, a sieć składa się z długich odcinków. Stanowią odpowiednio przygotowane odcinki wielkośrednicowej rury stosowanej w kanalizacji deszczowej (często z polietylenu wysokiej gęstości spawanego ekstruzyjnie). Ciekawym przykładem ich zastosowania jest odprowadzanie wód deszczowych z węzłów kolejowych – podczas trwającej modernizacji dużego węzła Warszawa Zachodnia z boku torowiska zlokalizowano pięć baterii kanałów retencyjnych wyposażonych w regulatory przepływu o łącznej pojemności 1400 m³ (zakres średnic DN 1800–2600) [14].

Kanały retencyjne pełnią dwie funkcje – odprowadzania i magazynowania wody deszczowej, dając możliwość pełnego wykorzystania całej swojej przepustowości hydraulicznej do retencjonowania nadmiaru wody. W tradycyj-

nych kanałach deszczowych, gdzie przepływ odbywa się grawitacyjnie, pozostaje zawsze pewien margines objętości (nawet przy ulewnych deszczach). W kanale retencyjnym objętość ta jest w pełni wykorzystana. W dolnej części kanału stosowane są przegrody z otworami przepływowymi, których rozstawienie i perforacja jest przygotowywana dla każdej inwestycji, zależnie od danych wejściowych. W górnej części przegrody umieszcza się zwykle przelew awaryjny – wówczas nadmiar wody deszczowej zrzucany jest do kolejnej komory, dzięki czemu kanał nie pracuje ciśnieniowo. Bardzo ważne jest prawidłowe dobranie wielkości kanałów retencyjnych, aby nie były one przewymiarowane – z natury charakteryzują się dużą zmiennością przepływu, a jednocześnie jego niewielkimi prędkościami (duża powierzchnia zwilżona kanału).

Rozwiązanie to bardzo dobrze sprawdza się np. na osiedlach położonych nad rzeką – przykładem jest osiedle Budziwój w Rzeszowie położone w bezpośrednim sąsiedztwie Wisłoka. W lokalizacji tej nie tylko przewidziano i zrealizowano budowę kanalizacji deszczowej ze zbiornikami retencyjnymi sieciowymi i bocznymi, ale też wyposażono w system inteligentnego sterowania powstałą infrastrukturę – tj. 26,62 km kanalizacji deszczowej i 16 zbiorników sieciowych z przegrodami piętrzącymi, regulatory wypływu i urządzenia oczyszczające na wylotach do odbiorników o łącznej pojemności ok. 6,8 tys. m³ i 6 zbiorników bocznych wykonanych z rur HD-PE o łącznej pojemności ok. 1,72 tys. m³. Sterowanie umożliwia m.in. monitoring napełnień zarówno wybranych przekrojów kanałów, jak i zbiorników retencyjnych; analizę, czy dla spodziewanych opadów dyspozycyjna pojemność retencyjna będzie wystarczająca; sterowanie odpływem do odbiorników, a także monitoring jakości retencjonowanych wód i ich przydatności do dalszego wykorzystania.

Ideą zastosowania zbiorników sieciowych w tym systemie jest odciążenie systemu kanalizacji, spowolnienie odpływu w przypadku gwałtownych zjawisk atmosferycznych i ochrona odbiorników (rzeki Wisłok i rowów), natomiast zbiorników bocznych – gromadzenie wód opadowych w miejscu ich powstawania oraz późniejsze wykorzystanie na cele gospodarcze. W zbiornikach bocznych pracują urządzenia monitorujące zarówno poziom wody, jak i zawartość zawieszin i substancji ropopochodnych, a sterowanie jest możliwe dzięki pracy zastawek z napędami elektrycznymi. Zadaniem pomp pracujących w zbiornikach jest kontrolowany pobór wody z tych zbiorników do podlewania zieleni czy

mycia ulic i chodników. Dzięki systemowi inteligentnego zarządzania można także gromadzić i analizować dane, co pozwoli na ocenę pracy całego układu i podjęcie świadomych decyzji co do jego ewentualnej rozbudowy [4, 14, 15].

Literatura

1. *Polski Atlas Natężeń Deszczów (PANDA)*, <https://atlaspanda.pl> (dostęp: 9.09.2022)
2. *Budowa układów retencji wód na terenie gminy miejskiej Mielec*, <https://europapnews.pap.pl/node/19625> (dostęp: 9.09.2022)
3. *Budowa układów retencji wód opadowych i roztopowych na terenie Gminy Miejskiej Mielec*, <https://mapadotacji.gov.pl/projekty/815489> (dostęp: 9.09.2022)
4. *Zarządzanie deszczówką w mieście – jak robić to dobrze?*, <https://blog.ecol-unicon.com/zarządzanie-deszczowka-miescie-robic-dobrze/> (dostęp: 9.09.2022)
5. *NIK o zagospodarowaniu wód opadowych i roztopowych*, <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/wody-opadowe-i-roztopowe.html> (dostęp: 7.09.2022)
6. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (t.j. DzU 2021, poz. 624)
7. Minister Klimatu i Środowiska, *Ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu wzmocnienia klimatycznego wymiaru polityki miejskiej. Projekt z dnia 19 sierpnia 2021 r.*, <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12350802>
8. Ministerstwo Środowiska, *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030*, Warszawa 2013
9. Burszta-Adamiak Ewa, *Wody opadowe w miastach*, „Rynek Instalacyjny” 5/2012, rynekinstalacyjny.pl
10. Łęgosz Andrzej, Jasiński Wiktor, Nowak Arkadiusz, Staszczuk Anna, *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP-ów*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2009
11. *Climate Tile*, <https://www.tredjenatur.dk/en/portfolio/climate-tile/> (dostęp: 7.09.2022)
12. Szruba Maria, *Odwodnienie i zagospodarowanie wód opadowych w miastach*, „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” maj–czerwiec 2018
13. Gudelis-Taraszkiewicz Katarzyna, *Nowe „życie” wody deszczowej w mieście*, „Warunki Techniczne.PL” 5(31)/2019
14. *Projekty referencyjne. Przykładowe inwestycje z zastosowaniem technologii Uponor Infra*, Warszawa 2022
15. *Inteligentna sieć kanalizacji deszczowej w Rzeszowie*, <https://www.uponor.com/pl-pl/infra/artykul-rzeszow> (dostęp: 9.09.2022)
16. *HANNOVER-KRONSBURG, 15 years' experience with a sustainable model project*, Landeshauptstadt Hannover, 2015
17. PN-EN 752-4 *Zewnętrzne systemy kanalizacyjne*
18. PN-S-02204:1997 *Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg*
19. *Gospodarowanie wodą – wyzwanie dla Polski. Dokument programowy Wodnego Okrągłego Stołu*, Wrocław, 8 września 2021
20. Masłowski Adam: *Jak wyznaczyć miarodajne natężenie deszczu (dane opadowe) w Polsce*, <https://poradnikprojektanta.pl/jak-wyznaczyc-miarodajne-natezenie-deszczu-dane-opadowe-w-polsce> (dostęp: 9.09.2022)
21. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Unijna strategia na rzecz bioróżnorodności 2030 COM(2020) 380 final*
22. *Koniec z betonem w centrach miast*, <https://www.gov.pl/web/klimat/koniec-z-betonem-w-centrach-miast> (dostęp: 9.09.2022)
23. Materiały techniczne firm: ACO, Ekobudex, Ecol-Unicon, Hauraton, Pipelife, Polbruk, Sienkiewicz, Uponor Infra, Wavin