

5 zrównoważony rozwój zastosowania



woda w mieście

woda w mieście

zrównoważony rozwój
zastosowania

5

Woda w mieście

Seria wydawnicza: *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*

Redakcja naukowa

Tomasz Bergier, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Jakub Kronenberg, Uniwersytet Łódzki

Iwona Wagner, Uniwersytet Łódzki, ERCE p/a UNESCO PAN

Recenzja

Prof. dr hab. Tadeusz Borys, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Dr hab. inż. Paweł Licznar, prof. Politechniki Wrocławskiej

Korekta

Anna Kronenberg

Fotografia na okładce

Paweł Młodkowski

Projekt okładki

Anna Wojtunik

© Copyright by Fundacja Sendzimira

Kraków 2014

Monografia: *Woda w mieście*

ISBN 978-83-62168-03-3 (wersja drukowana), ISBN 978-83-62168-04-0 (wersja online)

ISBN 978-83-62168-05-7 (wersja angielskojęzyczna online)

Seria wydawnicza: *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*

ISSN 2081-5727 (wersja drukowana), ISSN 2084-0594 (wersja online)

ISSN 2081-8610 (wersja angielskojęzyczna online)

Ponieważ ostatnie numery ZRZ przybierały formę całościowych opracowań poświęconych określonym tematom, wraz z numerem piątym ZRZ oficjalnie staje się serią wydawniczą, a niniejsze wydawnictwo — jednotematyczną monografią.

Wydawca

Fundacja Sendzimira

www.sendzimir.org.pl

Wydrukowano na papierze z recyklingu

Dofinansowanie



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

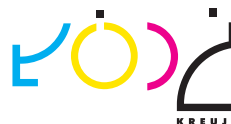
Partnerzy



Organizacja Narodów Zjednoczonych do Spraw Oświaty, Nauki i Kultury



Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk



Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Fundacja Sendzimira.



Dofinansowano ze środków projektu LIFE08 ENV/PL/000517 „Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich” z udziałem instrumentu finansowego LIFE Unii Europejskiej

Słowo wstępne

Wielkie cywilizacje powstawały nad wodą i dzięki wodzie. Po rewolucji przemysłowej okazało się, że traktowanie wody wyłącznie jako niewyczerpanego surowca i medium transportowego prowadzi do zahamowania rozwoju na skutek jej zużycia, zanieczyszczenia, wyrównania dna i brzegów oraz zaniku organizmów wodnych biorących udział w procesie samooczyszczania wód.

Po tych doświadczeniach nastąpił swoisty powrót do ekosystemów związanych z wodą. Odwrócona dotychczas od wody architektura miast ponownie zwraca się frontem do rzek, jezior i mórz. Rosnąca liczba ludności i popyt na dobrą wodę postawiły przed rządami i samorządami cywilizacyjne wręcz wyzwanie wypracowania nowej gospodarki wodnej. Zmiany klimatu podniosły to wyzwanie na wyższy szczebel, wobec rosnących zagrożeń związanych z brakiem lub nadmiarem wody.

W konsekwencji, zoptymalizowana gospodarka wodna w procesach planowania przestrzennego miast ma kluczowe znaczenie dla jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców. Pozwala także na przeciwdziałanie zjawiskom wynikającym m.in. ze zmian klimatu. Obszary wodne stają się coraz ważniejszym składnikiem struktury miejskiej. Dbalosc o nie stanowi ważne zadanie wszystkich podmiotów zaangażowanych w kształtowanie przestrzeni miejskiej, zarówno publicznych, jak i prywatnych. Dlatego właśnie kwestia gospodarowania wodą na obszarach zurbanizowanych stanowi istotny punkt zainteresowania Krajowej Polityki Miejskiej powstającej obecnie w resorcie infrastruktury i rozwoju.

W kontekście tych wyzwań, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju poleca wszystkim zainteresowanym niniejszy poradnik pt. „Woda w mieście”. Wychodzi on naprzeciw dotychczasowych działań Ministerstwa na rzecz dofinansowania samorządów w gospodarce wodnej i wodno-ściekowej. Stanowi jednocześnie doskonałe wprowadzenie do działań planowanych przez nas do wsparcia w miastach w ramach perspektywy finansowej 2014–2020. Gorąco zachęcam Państwa do lektury.

Adam Zdziebło
Sekretarz Stanu
Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju

Spis treści

Wstęp	6
Woda jako podstawa jakości życia w miastach przyszłości <i>Maciej Zalewski</i>	9
Narzędzia planowania i zarządzania strategicznego wodą w przestrzeni miejskiej <i>Iwona Wagner, Anna Januchta-Szostak, Anita Waack-Zajac</i>	17
Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą <i>Anna Januchta-Szostak</i>	31
Woda w przestrzeni miejskiej a zdrowie mieszkańców <i>Izabela Kupryś-Lipińska, Piotr Kuna, Iwona Wagner</i>	49
Mechanizmy finansowe gospodarowania wodami opadowymi w miastach <i>Ewa Burszta-Adamiak</i>	59
Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne <i>Iwona Wagner, Kinga Krauze</i>	75
Woda w przestrzeni miejskiej a zintegrowane zarządzanie miastem <i>Kinga Krauze, Iwona Wagner</i>	95
Dobre praktyki zarządzania wodą deszczową w miastach	115

Wstęp

Wraz z trzecim numerem rozpoczęliśmy nowy rozdział w historii naszej serii wydawniczej pt. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*. Po raz pierwszy wydaliśmy wtedy numer tematyczny, w całości poświęcony niezwykle aktualnym sprawom przyrody w mieście. Ze względu na wagę tego tematu, zdecydowaliśmy się go kontynuować w numerze czwartym, a teraz i piątym, który trzymają Państwo w rękach (lub oglądają na ekranie). Tym razem koncentrujemy się na temacie wody w mieście. Powiązania między wodą a zielenią są bardzo ściśle — nie sposób efektywnie zarządzać zielenią miejską w oderwaniu od wody, tak jak nie sposób skutecznie rozwiązywać ilościowe i jakościowe problemy gospodarki wodnej bez uwzględnienia zielonej infrastruktury. Doskonale pokazują to przykłady inżynierii ekologicznej lub ekohydrologii. Są to koncepcje, do których wielokrotnie odwołujemy się w naszych wydawnictwach, ponieważ skutecznie łączą wiedzę ekologiczną i inżynierską w celu zwiększenia skuteczności i efektywności zarządzania systemem przyrodniczym.

Po opublikowaniu dwóch poradników poświęconych sprawom zieleni miejskiej, w obecnym numerze zajmujemy się tematyką wody w mieście. Poradnik otwiera rozdział „Woda jako podstawa jakości życia w miastach przyszłości”, prezentujący wyzwania gospodarki wodnej w miastach, w kontekście globalnych wyzwań zrównoważonego rozwoju i działań podejmowanych w tym obszarze przez organizacje międzynarodowe. W kolejnych rozdziałach ukazujemy praktyczne zagadnienia związane z zarządzaniem wodą w mieście na różnych poziomach: strategicznym, planistycznym, zdrowotnym, finansowym, technicznym, aby wreszcie podsumować wszystkie te zagadnienia w rozdziale o zintegrowanym zarządzaniu miastem. Tradycyjnie, poradnik zamyka zbiór dobrych praktyk — tym razem poświęconych tematyce zarządzania wodami opadowymi w miastach.

Omawiane w niniejszym poradniku zagadnienia ściśle wiążą się z tymi, które poruszaliśmy w poprzednich numerach. Wyraźnie widać to na poniższym rysunku, ilustrującym związki pomiędzy rozdziałami z ostatnich trzech numerów serii wy-

dawniczej *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania* (3–5). Aby pokazać praktyczne zależności między omawianymi tematami, tym razem postanowiliśmy dodatkowo zilustrować większość omawianych w poradniku zagadnień przekrojowymi studiami przypadku, zamieszczonymi na końcu poszczególnych rozdziałów. Wiele z nich zagadnienia związane z wodą w mieście ukazuje w szerszym kontekście zarządzania systemem przyrodniczym miasta lub, jeszcze szerzej, systemem społeczno-ekologicznym miasta.

Fundacja Sendzimira poświęciła bardzo dużo uwagi w czasie ostatnich dwóch lat tematyce wody w mieście. Dotyczyły jej m.in. projekty lokalne, realizowane w trakcie prowadzonych przez Fundację Akademii Letnich „Wyzwania zrównoważonego rozwoju” (w latach 2013 i 2014) oraz Akademii Jesiennej „Wyzwania zrównoważonej gospodarki wodnej” w 2013 roku. Były one organizowane w ramach projektu „Wyzwania zrównoważonej gospodarki wodnej. Usługi ekosystemów w dobie zmian klimatycznych”, dofinansowanego ze środków NFOŚiGW i objętego patronatem Ministra Środowiska. Ich uczestnicy rozwiązywali problemy dotyczące zarządzania wodą w Toruniu, Poznaniu i Krakowie, w każdym przypadku współpracując z władzami miast i innymi interesariuszami. Opracowane przez uczestników Akademii raporty dostarczają wielu praktycznych wskazówek z tego zakresu. Zainteresowani czytelnicy mogą pobrać je ze strony internetowej Fundacji Sendzimira.

Zwłaszcza ostatni z nich, dotyczący zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych w Krakowie, wykorzystujący przykład osiedla domów komunalnych przy ul. Magnolii, uzmysłowił nam potrzebę realizacji w naszym kraju dużych projektów demonstracyjnych z tego zakresu. Projekty osiedli wykorzystujących na dużą skalę rozwiązania tego typu zrealizowano w innych krajach, np. w Augustenborg (Malmö, Szwecja) i Kronsberg (Hanower, Niemcy). Opisy tych przedsięwzięć zamieszczamy na końcu niniejszego poradnika, w części prezentującej dobre praktyki, jako źródło inspiracji. Podobne realizacje w Polsce można byłoby z łatwością

zaklasyfikować jako priorytetowe projekty z zakresu rewitalizacji miast, wykorzystując przy ich realizacji środki unijne. W przypadku inwestycji miejskich, można byłoby wykorzystać dodatkowo takie rozwiązania, jak zielone zamówienia publiczne. Podobnie jak Augustenborg i Kronsberg, tego typu demonstracyjne projekty mogłyby stać się zalążkiem szerszych programów zrównoważonego zarządzania wodami opadowymi w miastach.

W mniejszej skali Fundacja Sendzimira przyczynia się do popularyzacji tego typu rozwiązań w praktyce, zakładając pokazowe małe ogrody deszczowe w Łodzi, a także udostępniając broszury na ich temat, uwzględniające polskie warunki klimatyczne i rodzime gatunki roślin. Ogrody deszczowe są szczególnie silnie promowane w miastach australijskich, np. w Melbourne, o czym pisaliśmy w jednej z dobrych praktyk w poprzednim poradniku (ZRZ4).

Na związku zieleni i wody w mieście wskazywali wreszcie mieszkańcy Krakowa, Łodzi, Poznania i Warszawy za pomocą platformy internetowej <www.licznazielen.pl>. Powstała ona w ramach projektu „Licz na zieleni”. Realizując go, Fundacja Sendzimira korzysta z najlepszych doświadczeń

z zakresu partycypacyjnych systemów informacji geograficznej i tzw. geoankiet. Rozwiązania te prezentowaliśmy w poprzednim poradniku. Teraz Fundacja Sendzimira, współpracując z władzami wymienionych miast, wykorzystuje je do wspierania zarządzania przyrodą w polskich miastach. Jak można się przekonać, przeglądając na stronie projektu mapy z wynikami przeprowadzonego wśród mieszkańców wymienionych miast badania, mieszkańcy pytani o miejsca spędzania czasu wśród zieleni (lub o inne wartościowe, zielone miejsca) bardzo często wskazują te związane z wodą.

Planując dalszy rozwój polskich miast, przygotowując wnioski o dofinansowanie ich rewitalizacji ze środków unijnych, a także realizując wytyczne zawarte w Krajowej Polityce Miejskiej, należy więcej uwagi przywiązywać do spraw związanych z przyrodą. Mając to na uwadze, przygotowaliśmy poprzednie i niniejszy poradnik. Teraz pozostaje nam tylko życzyć sobie i czytelnikom, by prezentowane w nich treści okazały się inspirujące i przydatne w podnoszeniu jakości życia w miastach.

Tomasz Bergier, Jakub Kronenberg, Iwona Wagner

WODA A SYSTEM PRZYRODNICZY MIASTA

Usługi ekosystemów w miastach (ZRZ3) Ekohydrologia jako podstawa wizji dla miasta przyszłości (ZRZ5)

Jak wycenić wartość przyrody w mieście? Wycena drzew przyulicznych w centrum Łodzi (ZRZ3)

Usługi ekosystemów wodnych w mieście (ZRZ3) Błękitne aspekty zielonej infrastruktury (ZRZ4)

ZARZĄDZANIE WODĄ W MIEŚCIE

Barieri dla utrzymania drzew w miastach i sposoby pokonywania tych barier (ZRZ3)

Wody opadowe a zintegrowane zarządzanie miastem (ZRZ5)

Narzędzia strategiczne i prawne zarządzania błękitną i zieloną infrastrukturą w miastach (ZRZ5)

PLANOWANIE PRZESTRZENNE, URBANISTYKA

Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą (ZRZ5)

Woda w mieście a zdrowie mieszkańców (ZRZ5)

Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego jako narzędzie zarządzania przyrodą w mieście (ZRZ4)

Nasadzenia zastępcze drzew w miastach — główne problemy z decyzjami administracyjnymi (ZRZ4)

Równoważenie rozwoju urbanistycznego z ochroną bioróżnorodności na miejskich terenach niezagospodarowanych — sieć dróg kolejowych w Monachium (ZRZ4)

PARTYCYPACJA SPOŁECZNA

Partycypacja społeczna w podejmowaniu decyzji dotyczących przyrody w mieście (ZRZ3)

Systemy informacji geograficznej w partycypacyjnym zarządzaniu przyrodą w mieście (ZRZ4)

Niekonwencjonalne formy współpracy międzysektorowej w kształtowaniu zieleni miejskiej na przykładzie Londynu (ZRZ4)

NARZĘDZIA TECHNICZNE

Jak bezpiecznie zatrzymać wodę w mieście? Narzędzia techniczne (ZRZ5)

Podłoża strukturalne i inne metody ułatwiające rozwój drzew w trudnych warunkach siedliskowych miast (ZRZ4)

Planowanie i zasady ochrony drzew w procesie inwestycyjnym (ZRZ4)

Ochrona drzew na placu budowy (ZRZ4)

Ochrona drzew w mieście a postrzegane zagrożenie bezpieczeństwa (ZRZ4)

FINANSOWANIE

Mechanizmy finansowe gospodarowania wodami opadowymi w miastach (ZRZ5)

Innowacyjne metody wspierania tworzenia zielonej infrastruktury w miastach: współpraca władz lokalnych z inwestorami i właścicielami budynków (ZRZ4)

Woda jako podstawa jakości życia w miastach przyszłości¹

Maciej Zalewski

Uniwersytet Łódzki

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Według raportu UN HABITAT, w 2008 roku po raz pierwszy w historii ponad połowa ludzkości mieszkała w miastach, a w Unii Europejskiej w miastach mieszka już 3/4 ludności. Postępująca urbanizacja stwarza nowe wyzwania w zakresie jakości życia w miastach oraz zdrowia i bezpieczeństwa ekologicznego mieszkańców. Pod znakiem zapytania staje też wydajność tradycyjnych inżynierskich systemów w gospodarce wodno-ściekowej. W tym kontekście konieczne staje się stosowanie innowacyjnych rozwiązań w zarządzaniu wodą i środowiskiem, w oparciu o zintegrowanie wiedzy inżynierskiej ze zrozumieniem procesów biologicznych i hydrologicznych. Takie podejście proponuje ekohydrologia.

Słowa kluczowe: ekohydrologia, urbanizacja, woda w mieście, Międzynarodowy Program Hydrologiczny UNESCO, błękitno-zielona infrastruktura

¹ Niniejszy rozdział zawiera syntezę zagadnień, które zostały szerzej opisane w artykułach: (Zalewski 2013, 2014).

Wprowadzenie

Podstawowym pytaniem, na które powinna odpowiedzieć ludzkość w XXI wieku, kiedy tempo eksploatacji zasobów środowiska przekracza regeneracyjny potencjał biosfery, brzmi: jaka jest przyszłość życia i cywilizacji? Pierwszym krokiem w kierunku sformułowania odpowiedzi, jest określenie głównych zagrożeń dla środowiska przyrodniczego. Są to:

- zmiana i degradacja podstawowych procesów ekologicznych, niezbędnych do podtrzymania życia na Ziemi, np. obiegu wody i składników odżywczych, takich jak azot, fosfor, węgiel;
- degradacja biosfery przez wylesianie, urbanizację i transport;
- emisja zanieczyszczeń;
- nadmierne zużycie wszystkich rodzajów zasobów środowiska.

Drugim krokiem, a zarazem warunkiem koniecznym dla przyszłości życia i cywilizacji oraz prawdziwej poprawy dobrostanu człowieka, jest zrozumienie złożoności interakcji pomiędzy systemami abiotycznymi (środowiskiem fizycznym), biotycznymi i społeczno-ekonomicznymi. Konieczne jest opracowanie nowego paradygmatu i nowych rozwiązań w oparciu o naukę interdyscyplinarną. Proces ten zapoczątkowało sprawozdanie Komisji Brundtland (WCED 1987). Kolejnym etapem było stworzenie teoretycznych podstaw dla integracji hydrologii i ekologii — ekohydrologii (Zalewski i in. 1997; Zalewski 2011) w ramach Międzynarodowego Programu Hydrologicznego UNESCO. Przypięczętowaniem tego procesu było przyjęcie Deklaracji Columbus (EcoSummit... 2012), w której za podstawowy cel uznano harmonizację potrzeb człowieka ze zdolnością środowiska do absorbowania stresu i regeneracji.

Woda a jakość życia

Woda determinuje jakość środowiska, a także możliwości rozwoju gospodarczego i społecznego, co znalazło odzwierciedlenie w między-

rodowych zobowiązaniach, takich jak Milenijne Cele Rozwoju ONZ i deklaracja „The Future We Want”, przyjęta podczas konferencji Rio+20 w 2012 r. Zagadnienia te zostały również odzwierciedlone w sześciu priorytetowych tematach VIII fazy Międzynarodowego Programu Hydrologicznego UNESCO (UNESCO IHP), największego międzyrządowego programu hydrologicznego na świecie, na lata 2014–2021. Jeden z nich (temat 4: Woda i osiedla ludzkie przyszłości) w całości odnosi się bezpośrednio do miast (UNESCO 2012). Kolejny temat, poświęcony zagadnieniom ekohydrologii (temat 5: Ekohydrologia i inżynieria ekologiczna dla zrównoważonego świata), również przewiduje obszar priorytetowy dotyczący ekohydrologii terenów miejskich. Ta zajmuje się szeroko pojętymi aspektami i interakcjami pomiędzy zieloną i błękitną infrastrukturą, dla poprawy funkcjonalności środowiska miejskiego i dostarczania usług ekosystemowych jego mieszkańcom.

Kluczowe jest zrozumienie złożoności interakcji pomiędzy systemami abiotycznymi (środowiskiem fizycznym), biotycznymi i społeczno-ekonomicznymi.

W swoim najnowszym dokumencie, UNESCO IHP dyskutuje globalne cele dotyczące wody w zaproponowanych przez ONZ Celach Rozwoju Zrównoważonego po roku 2015. W zakresie wody zaproponowano następujące cele: zmniejszenie zanieczyszczenia

wody z głównych źródeł na poziomie krajowym o 30% poprzez zwiększenie zbierania i oczyszczania ścieków w miastach do co najmniej 80%; zwiększenie oczyszczania ścieków przemysłowych do co najmniej 95%; zmniejszenie zanieczyszczenia ze źródeł rozproszonych o 30% i podejmowanie działań na rzecz ograniczenia zanieczyszczeń u źródła do roku 2030 (UNESCO 2014). Tak wysoki priorytet dla zagadnień związanych z wodą w miastach wynika stąd, że już ponad połowa globalnej społeczności mieszka na obszarach zurbanizowanych, a tempo urbanizacji nigdy wcześniej nie było tak wysokie. Miasta to główni emitenci zanieczyszczeń do wód. Z drugiej strony, to właśnie woda i zielen w dużym stopniu określają jakość życia. Są najważniejszymi elementami ekohydrologicznej gospodarki wodnej, która poprawia stan środowiska przyrodniczego i bezpieczeństwo ekologiczne mieszkańców miast.



Rysunek 1. Strategia UNESCO IHP VIII na lata 2014–2021

Podjęcie sektorowe a podejście systemowe

Zrównoważona i bezpieczna przyszłość cywilizacji wymaga dostępu do wody i żywności, których produkcja zależy od stanu i funkcjonowania biosfery. Konieczne jest więc zrozumienie, dlaczego w niektórych częściach biosfery coraz bardziej brakuje wody? Dlaczego wody słodkie są często zanieczyszczone? Jak odwrócić te trendy? Tym bardziej, że ich bezpośrednią konsekwencją jest spadek liczby naturalnych siedlisk, bioróżnorodności i produktywności biologicznej.

W wielu przypadkach niekorzystne zjawiska są wynikiem podejścia sektorowego, ograniczonej komunikacji pomiędzy różnymi użytkownikami i decydentami oraz braku wymiany wiedzy między specjalistami z różnych dyscyplin. Szczególnym wyzwaniem jest brak dialogu między naukowcami zajmującymi się problemami środowiskowymi i inżynierami. Prowadzi to do nadmiernego wykorzystania technologii w środowisku oraz związanych z tym wysokich kosztów. Skutkuje to rosnącą degradacją śro-

dowiska, wbrew oczekiwanym celom działania. Ponadto, aktualne programy badawcze i edukacyjne, dotyczące środowiska, zbyt często kładą niewystarczający nacisk na integralność procesów ekologicznych kształtowanych przez ewolucję, a zwłaszcza zakresu i skutków ich modyfikacji przez ludzi i wiedzy o tym, jak cofnąć te zmiany. Powierzchnowe monitorowanie stanu środowiska nie pozwala pogłębiać wiedzy, która ma znaczenie dla opracowywania nowych metod i rozwiązań systemowych dla zrównoważonego zarządzania środowiskiem (Zalewski 2011).

Nowe, oparte o ekohydrologię wykorzystanie i kształtowanie wody i zieleni w przestrzeni miejskiej, można przeciwstawić mechanistycznemu podejściu do zarządzania zasobami wodnymi. W obliczu globalnych zmian klimatu podejście mechanistyczne powoduje zwiększanie kosztów oraz wzrost zagrożeń. Osiągnięcie zrównoważonego i przyjaznego mieszkańcom błękitno-zielonego miasta wymaga nowej perspektywy. Mechanistyczno-deterministyczne¹ podejście należy zastąpić podejściem systemowo-ewolucyjnym², zdefiniowanym w sześciu priorytetowych tematach UNESCO IHP (rysunek 1).

¹ Podejście mechanistyczno-deterministyczne zakłada osiągnięcie jednego określonego celu w ograniczeniu zagrożeń związanych z zarządzaniem środowiskiem, bez uwzględniania interakcji między środowiskiem a infrastrukturą.

² Podejście systemowo-ewolucyjne jest podejściem całościowym, zakładającym osiągnięcie więcej niż jednego celu w oparciu o zrozumienie długoterminowych procesów ekologicznych oraz interakcji między różnymi elementami środowiska, społeczeństwa i infrastruktury.

Barierą dla zrównoważonego rozwoju jest często niedocenienie jego lokalnego wymiaru. Znaczenie i wysoką skuteczność lokalnych systemów gospodarczych podkreślała w swoich badaniach m.in. noblistka, Elinor Ostrom. Wskazywała, że każda społeczność żyjąca w określonych warunkach środowiska musi wypracować własny sposób zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych i zrównoważonego współistnienia z ekosystemami.

—————
Każdą społeczność, żyjącą w określonych warunkach środowiska, musi wypracować własny sposób, zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych i zrównoważonego współistnienia z ekosystemami.
 —————

Struktura ekosystemów i ich potencjał w dostarczaniu człowiekowi usług są wynikiem określonej geomorfologii, klimatu i historycznie określonych wzorców kulturowych i intensywności użytkowania. Utrzymanie mechanistyczno-deterministycznego podejścia sektorowego może w ciągu kilku dekad spowodować pogorszenie funkcjonowania biosfery. Jednocześnie zdolność produkcyjna, absorpcyjna i regeneracyjna środowiska maleje, co może prowadzić do lokalnych, regionalnych i globalnych konfliktów.

Wyzwania związane z wodą w mieście

Opisane powyżej problemy dotyczą szczególnie miast, ponieważ to w nich występuje degradacja krajobrazu i biosfery. Z tego z kolei wynikają zmiany w obiegu wody i materii. Ponadto miasto jest obszarem sprzecznych dążeń i priorytetów różnych grup interesariuszy.

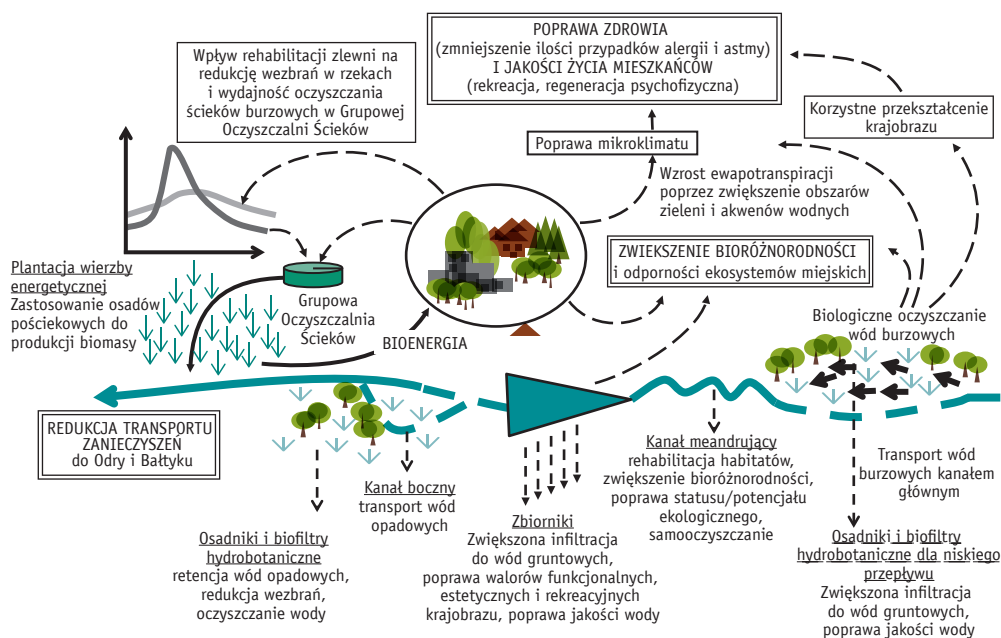
Jednym z najważniejszych (choć często pomijanym przez decydentów i praktyków) skutków mechanistycznego podejścia do zarządzania wodą w mieście jest przyspieszenie odpływu wody. Skutkuje to wzrostem prędkości i wielkości spływu powierzchniowego, powodując podtopienia i powodzie oraz przepływy ekstremalne w rzekach. Zmniejszona retencja wody i wydłużające się okresy suszy uniemożliwiają funkcjonowanie zielonej infrastruktury w miastach. Zmniejszają także przepływy minimalne w rzekach, zagrażając utrzymaniu życia biologicznego. Dodatkowo, powszechna regulacja koryt degraduje struktury i funkcje biologiczne rzek oraz obniża ich potencjał samooczyszczania się. Nadmierne wy-

korzystanie technologii w krajobrazie i powszechna praktyka odprowadzania wód opadowych do rzek zwiększa koszty zarządzania zasobami wodnymi i zmniejsza zasilanie wód podziemnych (Wagner i Zalewski 2009). Wzrasta zanieczyszczenie powietrza i powstają miejskie wyspy ciepła, co ma negatywne skutki na ludzkie zdrowie (por. rozdział o związkach wody i zdrowia ludzkiego: Kupryś-Lipińska i in. w tym tomie). Procesy te doprowadzają do utraty funkcji i usług ekosystemów oraz zmniejszają odporność na zmiany klimatyczne.

Przyspieszenie i nasilenie spływu powierzchniowego w zlewniach miejskich skutkuje zwiększonym eksportem zanieczyszczeń. Dostają się one do rzek bezpośrednio poprzez zwiększony spływ powierzchniowy, jak i pośrednio, poprzez: odpływy kanalizacji deszczowej odbierającej wody z obszarów często znacznie przekraczających fizyczny zasięg naturalnej zlewni i pojemność cieków; odpływy z przelewów burzowych kanalizacji ogólnospławnej, dodatkowo zanieczyszczające cieki ścieków komunalnych; oraz nielegalne zrzuty zanieczyszczeń punktowych. Pogorszenie jakości wody uniemożliwia bezpieczne korzystanie ze środowiska przez społeczeństwo i zachowanie bioróżnorodności.

Negatywny wpływ stresu hydrologicznego i zanieczyszczeń jest potęgowany przez powszechne w miastach interwencje w fizyczną strukturę ekosystemów dolin i koryt rzecznych. Obejmują one zabudowę i regulację hydrotechniczną rzek, polegającą na regulacji, prostowaniu i zabudowie koryt przy pomocy płyt betonowych oraz na ujmowaniu ich w podziemne kanały. Zmieniany lub zwężany jest także przekrój poprzeczny rzeki, pozbawia się rzekę łączności z doliną i terenami podmokłymi, itp. Równie szkodliwa jest zabudowa dolin w celu mieszkalnym, przemysłowym lub drogowym. Uproszczenie siedlisk wpływa negatywnie na bioróżnorodność, transport osadów i wymianę jonów z osadami dennymi, które to procesy są kluczowe dla zdolności rzek do samooczyszczania. Jeśli ulegają one zaburzeniu, to obniża się potencjał rzek w tym zakresie.

Opisane procesy ekologiczne oznaczają znacznie więcej niż tylko obniżenie estetyki krajobrazu.



Rysunek 2. Koncepcja rehabilitacji rzeki miejskiej, z wykorzystaniem ekohydrologii i rozwiązań systemowych, jako podstawa odtworzenia cyklu obiegu wody i biogenów, usług ekosystemów i obniżenia kosztów funkcjonowania miasta. Działania te zrealizowano w ramach projektów badawczo-wdrożeniowych, będących efektem współpracy instytucji naukowych i Urzędu Miasta Łodzi

W wymiarze społecznym, zapobieganie im przekłada się na szereg korzyści składających się na budowanie bezpiecznej i atrakcyjnej przestrzeni miejskiej. Odwrócenie degradacji systemu przyrodniczego może zapewnić szereg usług ekosystemów, takich jak: zapobieganie powodziom i suszom, regulowanie jakości powietrza i wody, korzystny wpływ na zdrowie mieszkańców, wysoka jakość przestrzeni publicznych, bezpieczna przestrzeń rekreacyjno-użytkowa, obniżenie kosztów funkcjonowania miasta.

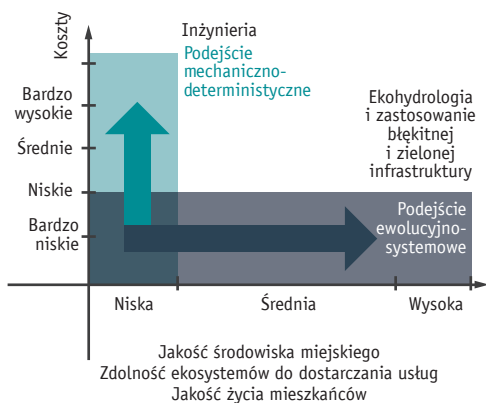
Rozwiązania

Myślenie ukierunkowane na procesy

Rosnąca świadomość na temat potrzeby ochrony środowiska sięga epoki przemysłowej i była odpowiedzią na intensywną eksploatację zasobów naturalnych i postęp w naukach biologicznych w XVIII i XIX w. Doprowadziło to do degradacji ekosystemów. Dlatego procesom tym towarzyszył wzrost zrozumienia uwarunkowań i dynamiki sukcesji eko-

logicznej. Jednak w XXI wieku ekologia rekonstrukcyjna nie wystarczy, żeby zatrzymać proces degradacji środowiska. Dwie kluczowe przyczyny to demografia i gospodarka. Warto pamiętać, że konsekwencje wpływu człowieka na biosferę, w połączeniu ze wzrostem populacji ludzkiej, globalnymi zmianami klimatu i mechanizmami ekonomicznymi, które wymuszają lawinową konsumpcję, generują coraz większe zapotrzebowanie na usługi ekosystemów, powodując rosnącą presję na środowisko. Powszechnie używany miernik produktu krajowego brutto (PKB) stał się „mylną miarą krajowego sukcesu”, ponieważ skupia się na konsumpcji i finansach, ale nie uwzględnia zasobów naturalnych, ludzkiego dobrobytu, stabilności i równości (Costanza i in. 2014).

Negatywne zmiany w miastach można odwrócić, zmieniając paradygmat zarządzania wodami. Jeśli będą właściwie zagospodarowane — staną się cennym zasobem poprawiającym warunki życia i zdrowia mieszkańców, zwłaszcza w dobie nasilających się zmian klimatu. Warunkiem takiej polityki jest celowa i bezpieczna retencja krajobrazowa wód opadowych



Rysunek 3. Zwiększenie efektywności działań na rzecz poprawy jakości środowiska i jakości życia i zmniejszenie ich kosztów dzięki integracji inżynierii, ekohydrologii i biotechnologii

w obszarze miejskim (Wagner i Zalewski 2009) oraz ich oczyszczanie. Nauka proponuje tu szereg rozwiązań. Jednym z nich jest projektowanie ekosystemów przynoszących korzyści zarówno dla przyrody, jak i ludzi, proponowane przez inżynierię ekologiczną (Mitsch 1996, Mitsch i Jorgensen 2004). Można np. wykorzystać tereny podmokłe jako narzędzia zmniejszenia odpływu zanieczyszczeń z obszarów zurbanizowanych. Kolejne to ekohydrologia i proponowane przez nią rozwiązania systemowe.

Ekohydrologia dla poprawy jakości życia w miastach

Ekohydrologia jest zintegrowaną, transdyscyplinarną nauką ukierunkowaną na rozwiązywanie problemów, w której kluczowym słowem jest *regulacja* procesów ekologicznych i hydrologicznych. Obejmuje ona nie tylko hydrologię i ekologię, ale także geofizykę, geologię, biologię molekularną, genetykę, techniki geoinformacyjne, modelowanie matematyczne, badania społeczno-ekonomiczne i prawne. Ekohydrologia to nauka transdyscyplinarna, badająca powiązania pomiędzy procesami hydrologicznymi (np. cykl wody w krajobrazie miasta, przepływ w rzekach, czas retencji w zbiorniku) a biologicznymi (np. transpiracja, parowanie, infiltracja do wód gruntowych, transformacja biogenów w biomasę, wzrost roślinności, biofiltracja). Wiedzę

tę wykorzystuje się we wzajemnej regulacji powyższych procesów, m.in. dla poprawy funkcjonowania środowiska (w tym zielonej i błękitnej infrastruktury miejskiej).

Skuteczne zarządzanie wodą i dynamiką obiegu składników odżywczych musi odbywać się poprzez harmonizację tradycyjnych rozwiązań hydrotechnicznych z kształtowaniem krajobrazu pod kątem regulacji procesów z biotechnologiami ekosystemowymi, których istotą jest wykorzystanie organizmów do przekształcania materii. Przykładem takiego rozwiązania jest konstrukcja barier denitryfikacyjnych, wykorzystujących bakterie, które zmniejszają transfer azotanów do ekosystemów wodnych przez przekształcanie ich w formę gazową. Ważne jest również włączenie do praktyki wiedzy ekologicznej, np. dotyczącej możliwości zastosowania mikrobiologii i analizy genetycznej w celu wykorzystania zdolności mikroorganizmów wodnych do mineralizacji materii organicznej i biodegradacji innych zanieczyszczeń, np. tworzenie ekotonowych stref buforowych.

Działania takie wymagają opracowania i testowania rozwiązań w zakresie nowych biotechnologii ekosystemowych. Przykładem są badania nad ekohydrologią terenów zurbanizowanych. W ramach działań badawczo-rozwojowych w Łodzi powstała koncepcja renaturyzacji rzeki, kaskada zbiorników wodnych skonstruowanych w oparciu o koncepcję ekohydrologii oraz sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny dla doczyszczania wód deszczowych (Wagner i Zalewski 2009). Zaproponowany system działa jako rozwiązanie systemowe — poszukujące wielu rozwiązań w wyniku zharmonizowania zielonej i błękitnej infrastruktury z systemem funkcjonalnym i społecznym miasta (rysunek 2).

Podsumowanie

Rozwiązania oparte o integrację najnowszych osiągnięć w dziedzinie inżynierii, zintegrowane z błękitną i zieloną infrastrukturą i zastosowaniem ekohydrologii, podnoszą skuteczność działań naprawczych na obszarach miejskich i jednocześnie obniżają ich koszty (rysunek 3). Warto podkreślić, że tę strategię działań w gospodarce wodnej po raz pierwszy zaproponowali Statzner i Sperling (1993).

Takie działanie przyspiesza także osiągnięcie wymogów dyrektyw unijnych (np. Ramowej Dyrektywy Wodnej), co może zmniejszyć zagrożenie nałożenia na Polskę wysokiej kary finansowej za ich niedotrzymanie. Ponadto, coraz bardziej powszechny i wyższy poziom edukacji i świadomości społeczeństwa zwiększa oczekiwania co do jakości życia. A ta w coraz większym stopniu zależy od zdrowego środowiska, bliskości terenów zieleni i zbiorników wodnych w mieście. Ich obecność redukuje koszty funkcjonowania miasta i jego infrastruktury. Zmniejsza też liczbę czynników wywołujących astmę i alergie oraz stwarza możliwości regeneracji psychofizycznej. Błękitno-zielona infrastruktura jest także nośnikiem coraz wyżej cenionych wartości estetycznych i kulturowych dla mieszkańców. W wielu miastach na świecie inżynierowie, planiści i miejscy architekci krajobrazu postrzegają doliny rzeczne i tereny zieleni jako oś, wokół której funkcjonalnie zorganizowane są przestrzenie zurbanizowane.

Według Romera (2006) postęp, rozwój i innowacje zależą w połowie od nowych technologii,

a w połowie od idei i rozwiązań systemowych. W celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju naszej planety, należy rozwinąć podejście holistyczne i transdyscyplinarne do zarządzania środowiskiem. Trzeba przejść od podejścia mechanistyczno-deterministycznego do ewolucyjno-systemowego, z uwzględnieniem myślenia zorientowanego na wykorzystanie procesów dla trwałego użytkowania zasobów. Optymalizacja pożytku dla społeczeństwa jest kluczowa (Zalewski 2013). Jednak priorytetem pozostaje obniżenie zużycia energii oraz zasobów naturalnych, wykorzystywanych do ulepszeń technologicznych lub innych realizowanych działań. Z metodologicznego punktu widzenia należy przejść od redukcjonizmu i specjalizacji intelektualnej do integracyjnego, interakcyjnego, zapobiegawczego i adaptacyjnego podejścia opartego na etyce. Taka zmiana paradygmatu na różnych poziomach powinna zmniejszyć obserwowaną ostatnio tendencję do nadmiernego zużycia i nadmiernego wykorzystywania inżynierii w środowisku i prowadzić do harmonizacji potrzeb społecznych ze zdolnością absorpcyjną i regeneracyjną środowiska.

Literatura

- Costanza, R., Kubiszewski, I., Giovannini, E. i in., 2014. Time to leave GDP behind. *Nature*, 505, s. 283–285.
- EcoSummit 2012 Scientific Committee, 2013. Harmonization of societal needs with the ecosphere in the Anthropocene Era. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 13, s. 6–7.
- Mitsch, W., 1996. Ecological engineering. A new paradigm for engineers and ecologist. In: Schulze, P.C. (Ed.), *Engineering within ecological constraints*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Mitsch, W., Jorgensen, S.E., 2004. *Ecological engineering and ecosystem restoration*, New York: Wiley.
- Romer, D., 2006. *Advanced macroeconomics*, California: McGraw-Hill Irwin.
- Statzner, B., Sperling, F., 1993. Potential contribution of system-specific knowledge (SSK) to stream management decisions: ecological and economic aspects. *Freshwater Biology*, 29, s. 313–342.
- UNESCO, 2012. *Water security: responses to local, regional, and global challenges. Strategy plan*, Paris: UNESCO IHP.
- UNESCO, 2014. *Water in the post-2015 development agenda and sustainable development goals*, Paris: UNESCO IHP.
- Wagner, I., Zalewski, M. 2009. Ecohydrology as a basis for the sustainable city strategic planning – focus on Lodz, Poland. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 8, s. 209–217.
- WCED (World Commission on Environment and Development), 1987. *Our common future*, Oxford: Oxford University Press.
- Zalewski, M., 2011. Ecohydrology for implementation of the UE water framework directive. *Proceedings of the Institution of Civil Engineering Water Management*, 164, s. 375–385.
- Zalewski, M., 2013. Ecohydrology: process-oriented thinking towards sustainable river basins. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 13, s. 97–103.
- Zalewski, M., 2014. Ecohydrology, biotechnology and engineering for cost efficiency in reaching the sustainability of biogeosphere. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 14, s. 14–20.

Narzędzia planowania i zarządzania strategicznego wodą w przestrzeni miejskiej

Iwona Wagner

Uniwersytet Łódzki

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Anna Januchta-Szostak

Politechnika Poznańska

Anita Waack-Zajac

Urząd Miasta Łodzi

Idee zrównoważonego rozwoju, w tym zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi, zostały zapisane w dyrektywach unijnych, ustawach i programach krajowych. Są one sukcesywnie transponowane na zapisy strategii i planów regionalnych. Niestety, nie zawsze znajdują odzwierciedlenie w lokalnych działaniach i strategiach rozwoju miast i gmin. Zarządzanie przestrzenią i zasobami środowiska należy bowiem do kompetencji samorządów lokalnych (gmin, miast), które wciąż zbyt rzadko stawiają cele zintegrowanej gospodarki wodnej wśród priorytetów swojego rozwoju. Brakuje również skutecznych narzędzi prawnych i planistycznych, umożliwiających ich realizację. Tymczasem to właśnie decyzje podejmowane na poziomie lokalnym, w gminach wiejskich i miejskich, mają kluczowe znaczenie dla osiągnięcia celów strategicznych ujętych w dokumentach wyższego rzędu.

Słowa kluczowe: planowanie strategiczne, zarządzanie zintegrowane, urbanistyka, adaptacja do zmian klimatu

Wprowadzenie

Od wejścia Polski do Unii Europejskiej (UE), prawo dawstwo polskie podlega sukcesywnej transformacji wynikającej z potrzeby dostosowania do obowiązujących w UE przepisów. W zakresie gospodarki wodnej, kluczowe znaczenie mają dwie dyrektywy: Ramowa Dyrektywa Wodna oraz Dyrektywa Powodziowa. Kładą one nacisk na zintegrowane zarządzanie zasobami wodnymi. Nadrzędnym celem gospodarki wodnej w Polsce, wskazanym w projekcie Polityki Wodnej Państwa do roku 2030, jest „zapewnienie powszechnego dostępu ludności do czystej i zdrowej wody oraz istotne ograniczenie zagrożeń wywołanych przez powodzie i susze w połączeniu z utrzymaniem dobrego stanu wód i związanych z nimi ekosystemów, przy zaspokojeniu uzasadnionych potrzeb wodnych gospodarki, poprawie spójności terytorialnej i dążeniu do wyrównania dysproporcji regionalnych”. Cele te wpisują się również w szerszy kontekst polskich i unijnych strategii rozwojowych, w ideę rozwoju zrównoważonego, zielonej gospodarki oraz ochrony środowiska.

Niekwestionowaną korzyścią integracji międzysektorowej i transformacji prawa jest zwiększanie spójności działań krajowych i regionalnych (wojewódzkich) z szerszą polityką europejską i czytelność celów długoterminowych, opartych o idee rozwoju zrównoważonego. Prawne i strategiczne narzędzia europejskie, krajowe (ujęte w programy) i regionalne, stanowią z kolei podstawę dla tworzenia i wykorzystania narzędzi lokalnych na potrzeby realizacji konkretnych działań na terenie gmin i miast. Wytyczne wyższego rzędu wskazują jednoznacznie, jakie cele należy osiągnąć, a nawet jakie działania szczegółowe gmina winna realizować. Realizacja celów strategicznych odbywa się na różnych płaszczyznach, np. prawno-finansowej — poprzez wprowadzanie motywacji ekonomicznej. Oznacza ona opłaty za korzystanie z zasobów środowiska i kary za jego zanieczyszczanie oraz dopłaty do lokalnych systemów

małej retencji¹. Jednak nie mniej ważne są decyzje związane z zagospodarowaniem przestrzennym, zapisane w podstawowych dokumentach planistycznych (studium i mpzp; por. kolejny rozdział nt. roli urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą), gdyż skuteczność gospodarowania wodą w miastach zależy nie tylko od sprawności infrastruktury wodno-kanalizacyjnej i przeciwpowodziowej, ale przede wszystkim od stopnia uszczelnienia gruntów i możliwości zagospodarowania deszczówki na miejscu zaistnienia opadów.

Gminy i miasta mają dużą swobodę przy konstruowaniu własnych programów strategicznych, które stanowią podstawę efektywnego działania na swoim terenie. Niestety, cele społeczno-gospodarcze w lokalnych strategiach najczęściej formułowane są

Gminy i miasta mają dużą swobodę przy konstruowaniu własnych programów strategicznych. Ważne, by cele w nich zawarte uwzględniały nie tylko korzyści i koszty społeczno-gospodarcze, ale również środowiskowe.

w oderwaniu od korzyści wynikających z zarządzania potencjałem przyrodniczym ekosystemów. Także gospodarowanie wodami uwzględniane jest zwykle jedynie w wąskim zakresie, niezbędnym do zaspokajania potrzeb wodnych ludności i gospodarki oraz zabezpieczenia przed powodzią. Rzad-

kością są strategie i programy lokalne, uwzględniające potrzeby małej retencji w zlewniach miejskich lub renaturyzacji rzek i biocenoz dolinnych w celu poprawy jakości wody. Planowanie i koordynowanie działań dla skutecznego wykorzystania usług ekosystemów oraz błękitnej i zielonej infrastruktury w przestrzeni miejskiej jest więc bardzo złożone, zwłaszcza że transformacja świadomości społecznej trwa znacznie dłużej niż zmiany aktów prawnych.

Narzędzia europejskie, krajowe i regionalne

Strategiczny kontekst zrównoważonego rozwoju

Podstawowym dokumentem, określającym priorytety rozwoju w krajach członkowskich Unii

¹ Np. w ramach „Krakowskiego programu małej retencji wód opadowych” samorząd miasta przeznaczył w 2014 r. 1 mln PLN na dofinansowanie budowy instalacji i montażu zbiorników na wodę deszczową. Por. rozdział nt. mechanizmów finansowych: Bursztal-Adamiak w tym tomie.

Europejskiej, jest strategia Europa 2020². Opiera się ona na priorytetach rozwoju inteligentnego, zrównoważonego i sprzyjającego włączeniu społecznemu. Uwzględnia stojące przed UE długofalowe wyzwania związane z globalizacją, starzeniem się społeczeństw i koniecznością racjonalnego wykorzystywania zasobów. Strategia Europa 2020 wskazuje na zrównoważony rozwój oraz rozwój zielony jako jedne z kluczowych obszarów dla tworzenia nowych przedsiębiorstw, innowacji i umocnienia wiodącej roli Europy na świecie. Efektem tej deklaracji ma być nie tylko oszczędne gospodarowanie zasobami przyrody, ale również niskoemisyjna gospodarka oparta na wiedzy, promująca przyjazne środowisku technologie, kreująca nowe, „zielone” miejsca pracy, zachowująca dbałość o spójność społeczną. Błękitna i zielona infrastruktura stanowią przykłady takich właśnie niskoemisyjnych i oszczędnych działań. Są nie tylko przyjazne środowisku, ale do pewnego stopnia odwracają skutki jego degradacji, przyczyniając się do lepszego wykorzystania istniejących zasobów przyrody i poprawy potencjału systemu przyrodniczego dla dostarczania usług ekosystemów. To z kolei przekłada się bezpośrednio na korzyści w obszarze ekonomicznym i społecznym.

Nakreślona w Strategii Europa 2020 perspektywa czasowa wyznaczyła również ramy dla działań krajowych, w ramach których rząd polski opracował średnio- i długookresową wizję i kierunki rozwoju kraju do roku 2020³ i 2030⁴. Strategia Rozwoju Kraju wśród priorytetowych działań wymienia racjonalne gospodarowanie zasobami, poprawę stanu środowiska i adaptację do zmian klimatu. Szczególnie obiecujące, w kontekście wdrażania błękitnej i zielonej infrastruktury, jest zaplanowane na lata

Strategia Rozwoju Kraju wskazuje na znaczenie zielonej infrastruktury dla kształtowania przyjaznej przestrzeni publicznej oraz potrzebę zmiany podejścia do ochrony środowiska i stworzenia standardów zrównoważonego rozwoju miast.

2012–2015 działanie w kierunku „wprowadzenia zintegrowanego systemu ochrony i zarządzania zasobami przyrodniczymi na podstawie kompleksowej inwentaryzacji oraz jego integracja z planami zagospodarowania przestrzennego”. Dokument wskazuje na znaczenie zielonej infrastruktury, zwłaszcza w obszarach miejskich, dla kształtowania przyjaznej przestrzeni publicznej, na potrzebę stworzenia standardów zrównoważonego rozwoju na terenach miejskich oraz zmiany podejścia do ochrony środowiska na tych terenach.

Zarządzanie zasobami wodnymi

Zasadnicze cele gospodarki wodnej w Polsce, wynikające z postanowień Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Powodziowej, zostały zawarte w kolejnych nowelizacjach Prawa Wodnego⁵, w projekcie Narodowej Strategii Gospodarowania Wodami 2030⁶ i Polityki wodnej państwa do roku 2030. Znalazły też odzwierciedlenie w kluczowych dokumentach planistycznych w zakresie gospodarowania wodą (por. tabela 3 w kolejnym rozdziale), do których należą: program wodno-środowiskowy kraju i plany gospodarowania wodami na obszarze dorzeczy, plany zarządzania ryzykiem powodziowym i plany przeciwdziałania skutkom suszy na obszarze dorzeczy, a także warunki korzystania z wód regionu wodnego i, sporządzane w miarę potrzeby, warunki korzystania z wód zlewni (rysunek 1).

Ramowa Dyrektywa Wodna ustanawia ramy, cele i działania w dziedzinie polityki wodnej Unii Europejskiej⁷. Jej główny cel, w odniesieniu do gospodarki wodnej w Polsce, to uzyskanie dobrego stanu wód powierzchniowych i podziemnych do 2015 r. Jest on realizowany poprzez plany gospodarowania

² Europa 2020 — Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju, sprzyjającego włączeniu społecznemu, Komunikat Komisji KOM (2010) 2020, Bruksela 2010.

³ Strategia Rozwoju Kraju 2020 — Aktywne społeczeństwo, konkurencyjna gospodarka, sprawne państwo, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2012.

⁴ Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju Polska 2030: Trzecia fala nowoczesności, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, Warszawa 2013.

⁵ Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229 z późn. zm.).

⁶ Strategia Gospodarki Wodnej. Projekt aktualizacji strategii. KZGW, Warszawa 2006.

⁷ Dyrektywa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. w sprawie ustanowienia ram dla działalności Wspólnoty w dziedzinie polityki wodnej. (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna — RDW).



Rysunek 1. Główne dokumenty strategiczne służące realizacji celów gospodarki wodnej w Polsce

wodami na obszarach dorzeczy oraz uzupełniające MasterPlany dla dorzeczy Wisły i Odry, a także Program Wodno-Środowiskowy Kraju⁸.

Dobry stan wód można osiągnąć m.in. przez zapobieganie dalszemu pogarszaniu się stanu ekosystemów wodnych i objęciu ich ochroną oraz ograniczanie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do wód, aczkolwiek osiągnięcie tego celu stanowi duże wyzwanie, m.in. ze względu na konieczność integracji działań w wielu innych obszarach. Obowiązująca w tym zakresie tzw. Dyrektywa Ściekowa⁹ nakłada na państwa członkowskie obowiązek wyposażenia wszystkich aglomeracji w systemy i instalacje, odbierające i przekazujące ścieki komunalne do oczyszczalni, oraz zapewnienia określonych wymagań dotyczących jakości oczyszczonych ścieków. Niezbędne przedsięwzięcia w zakresie budowy, rozbudowy lub modernizacji oczyszczalni ścieków komunalnych i zbiorczych systemów kanalizacyjnych do końca 2015 r. są zawarte w Krajowym Programie Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK), stanowiącym narzędzie wypełnienia zobowiązań

traktatowych. Dla ich realizacji gminy mogą korzystać z dofinansowania, m.in. ze źródeł innych (Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, regionalnych programów operacyjnych oraz Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich) oraz krajowych (Narodowego i Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej). Uzbrojenie terenów miejskich w zbiorcze systemy kanalizacji deszczowej ma niestety również negatywne skutki: nie motywuje do wprowadzania rozwiązań proekologicznych, a wręcz zmusza inwestorów do odprowadzania wód opadowych do kanalizacji¹⁰. Tym samym zwiększa przeciążenia w istniejących sieciach.

Skuteczne działania zmierzające do poprawy stanu ekologicznego wód, również na terenach miejskich, zdecydowanie wykraczają poza oczyszczanie ścieków. Według Ramowej Dyrektywy Wodnej dobry stan ekologiczny wód, poza elementami fizykochemicznymi, obejmuje również elementy morfologiczne i biologiczne. A te znacząco poprawi złągodzenie ekstremalnych przepływów w rzekach,

⁸ PWSK uwzględni również zadania wynikające z innych dyrektyw (m.in. dyrektywy azotanowej, dyrektywy „ściekowej” i KPOŚK).

⁹ Dyrektywa 91/271/EWG Rady z dnia 21 maja 1991 r. w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych.

¹⁰ Zgodnie z art. 28 ust. 5. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zm.)

zasilanych wodami opadowymi z miast, oraz ograniczenie dopływających do nich zanieczyszczeń. Można to uzyskać w zlewniach miejskich, stosując między innymi przedstawione w tym poradniku najlepsze praktyki zagospodarowania wód opadowych w miejscu wystąpienia opadu. Konieczna jest jednak zmiana podejścia do gospodarki wodnej w przestrzeni miejskiej. Na szczęblu lokalnym istnieje wiele możliwości wprowadzania tego typu rozwiązań. Należy traktować opady jako zasób, integrować rozwiązania techniczne z zieloną i błękitną infrastrukturą i stosować rozwiązania innowacyjne, takie jak opisane w tym poradniku (por. kolejny rozdział oraz rozdział dotyczący narzędzi technicznych: Wagner i Krauze w tym tomie).

W polskim prawodawstwie brakuje jednoznacznych zapisów wspierających praktyki lokalnego zagospodarowania wód deszczowych (Łomotowski 2008; Kundzewicz 2014), które są aktualnie regulowane przez dwa akty prawne¹¹. Ekologiczne podstawy funkcjonowania zielonej i błękitnej infrastruktury oraz zapewnienie ich łączności w mieście nie są w ogóle przedmiotem aktów prawnych. Prawo wodne oraz Prawo ochrony środowiska¹² obejmują programy retencji dla zlewni, ale nie uwzględniają działań w skali lokalnej, zwłaszcza w miastach, których łączność ze zlewnią jest marginalizowana. Odwołują się również do ochrony różnorodności gatunkowej i siedliskowej, natomiast nie dotyczą terenów o znacznym stopniu modyfikacji, gdzie gatunków chronionych jest niewiele, za to zapotrzebowanie na usługi ekosystemów ogromne (miasta). Cele te można wspierać przez takie mechanizmy, jak zalecenia w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego i decyzjach o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu¹³, a także poprzez edukację społeczną i budowanie świadomości, prowadzące do przewartościowania priorytetów w planowaniu przestrzennym miast.

Zarządzanie ryzykiem powodziowym

Dyrektywa Powodziowa¹⁴ wprowadziła radykalną zmianę w pojmowaniu „bezpieczeństwa powodziowego” i zadań z nim związanych. Celem strategicznym nie jest obecnie ochrona przed powodzią i zapewnienie pełnego bezpieczeństwa, ale zmniejszenie ryzyka powodziowego i zarządzanie nim. Osiąga się to dzięki lepszej integracji z planowaniem przestrzennym (Januchta-Szostak 2012), m.in. poprzez: zwiększanie przestrzeni dla rzek (kontrolowane zalewy), skuteczniejszą retencję wód oraz działania na rzecz zrównoważonego zagospodarowania terenów zlewni (także miejskich). Cele te eksponowane są też w strategicznym dokumencie krajowym, Polityce Ekologicznej Państwa¹⁵, w którym podkreślono konieczność zwiększenia retencji wodnej oraz przywrócenia właściwej roli planowania przestrzennego.

Głównym narzędziem, służącym realizacji celów Dyrektywy Powodziowej, są plany zarządzania ryzykiem powodziowym (pzrp), które zgodnie z Dyrektywą Powodziową powinny być opracowane do 22 grudnia 2015 r. Jednak dla planowania przestrzennego i zarządzania wodą w miastach, kluczowe znaczenie mają mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego, które zostały udostępnione z końcem grudnia 2013 r. Informacje w nich zawarte umożliwiają dostosowanie rodzaju zagospodarowania dolin rzecznych i nadbrzeżnych obszarów miejskich do poziomu zagrożeń oraz minimalizację potencjalnych strat powodziowych (propozycje wytycznych planistycznych w tym zakresie przedstawimy w kolejnym rozdziale). Dokumenty te są uwzględniane przy sporządzaniu planów zagospodarowania przestrzennego województw, studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz wydawaniu decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

¹¹ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2006 Nr 137 poz. 984 z późn. zm.) oraz 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).

¹² Ustawa Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.).

¹³ Narzędzia i zalecenia planistyczne omówione zostały szerzej w kolejnym rozdziale.

¹⁴ Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodzi i zarządzania nim.

¹⁵ Polityka Ekologiczna Państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016. Ministerstwo Środowiska, 2008.

Szczególnym rodzajem zagrożeń związanych z wodą, charakterystycznym dla środowiska miejskiego i narastającym wraz ze zmianami klimatycznymi, są podtopienia i powodzie miejskie (nie uwzględniane w przp) oraz zjawiska suszy i miejskich wysp ciepła. Minimalizacja tych zagrożeń wymaga odpowiedzialnego kształtowania środowiska zlewni miejskich i wykorzystania zielonej infrastruktury.

Środowisko i zielona infrastruktura

W 2013 roku Komisja Europejska przedstawiła dokument „Zielona infrastruktura — zwiększanie kapitału naturalnego Europy”¹⁶. Jest on odpowiedzią Komisji na unijną Strategię Ochrony Różnorodności Biologicznej do 2020¹⁷, zawierającą zobowiązanie Komisji do opracowania strategii dotyczącej zielonej infrastruktury. Komisja Europejska podkreśla w nim problemy niedostatecznej ochrony naszego kapitału przyrodniczego i niedoceniań wartości usług ekosystemów. Wskazuje też na kluczową rolę kapitału przyrodniczego w procesie wychodzenia z kryzysu, poprawy konkurencyjności i kształtowania nowych obszarów rozwoju dla UE. Proponuje też uznanie kapitału przyrodniczego za podstawę strategii rozwoju regionalnego oraz tworzenia nowych miejsc pracy.

Z realizacją koncepcji zielonej infrastruktury, zwłaszcza w kontekście zasobów wodnych, nierozzerwalnie wiążą się dwie Dyrektywy: Siedliskowa¹⁸ i Ptasia¹⁹, ustanawiające cele ochrony ekosystemów wodnych i od wód zależnych. Zmiany reżimu odpływu, na skutek zmian zagospodarowania zlewni w miastach (zwiększenie wielkości i przyspieszenie odpływu powierzchni-

wego), prowadzą do zaniku struktury fizycznej, gałkowej i zmiany przebiegu procesów ekologicznych — a w efekcie do degradacji ekosystemów wodnych. Ochrona ta realizowana jest również postanowieniami Ramowej Konwencji Ramsarskiej²⁰ oraz Europejskiej Konwencji Krajobrazowej²¹. Podstawowymi krajowymi aktami prawnymi w tym zakresie jest prawo ochrony środowiska i ustawa o ochronie przyrody²².

Adaptacja do zmian klimatu

Zarządzanie gruntowymi i biologicznymi zasobami, ich ochrona oraz działania ukierunkowane na utrzymanie i przywrócenie zdrowych i sprawnie funkcjonujących ekosystemów — są podstawą adaptacji systemów społeczno-ekonomicznych do zmian klimatu i zapobiegania katastrofom. Konieczność

Korzystanie z przyrody, w zakresie niwelowania i kontrolowania skutków zmian klimatu na obszarach miejskich i wiejskich, może być skuteczniejszym sposobem adaptacji niż poleganie tylko na infrastrukturze wytworzonej przez człowieka.

opracowania i wdrożenia strategii politycznych w tym kierunku wyraża „Biała Księga: adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania”²³. Wskazuje ona, że korzystanie z przyrody w zakresie niwelowania i kontrolowania skutków zmian klimatu na obszarach miejskich i wiejskich może być

skuteczniejszym sposobem adaptacji niż poleganie tylko na infrastrukturze wytworzonej przez człowieka. Na terenie Polski, w działania adaptacyjne wytyczone przez strategię UE wpisuje się Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030²⁴. Dokument ten porusza aspekty związane z ochroną różnorodności biologicznej oraz dostosowaniem sektorów gospodarki wodnej, gospodarki przestrzennej i budownictwa do zmian klimatu. Tereny miejskie znajdują się wśród głównych obszarów działań.

¹⁶ Zielona Infrastruktura — zwiększanie kapitału naturalnego Europy, Komunikat Komisji KOM(2013)249, Bruksela 2013.

¹⁷ Unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020, COM(2011) 244 final, Bruksela 2011..

¹⁸ Dyrektywa 92/43/EWG Rady z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory.

¹⁹ Dyrektywa 79/409/EWG Rady z dnia 2 kwietnia 1979 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa.

²⁰ Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego) podpisana 2 lutego 1971 r. w Ramsarze, ratyfikowana w 1978 r.

²¹ Europejska Konwencja Krajobrazowa, sporządzona we Florencji dnia 20 października 2000 r. (Dz. U. 2006 nr 14 poz. 98).

²² Ustawa o ochronie przyrody (Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880 z późn. zm.).

²³ Biała Księga: Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania, KOM(2009) 147, Bruksela 2009.

²⁴ Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2013.

Planowanie rozwoju miast

Wobec intensyfikacji procesów urbanizacyjnych w Europie z jednej strony i wyzwań rozwoju zrównoważonego z drugiej, konieczne stały się zmiany w podejściu do planowania przestrzennego i zagospodarowania miast. Nowa Karta Ateńska²⁵, uchwalona w 1998 r. przez Europejską Radę Urbanistów na kongresie w Atenach i zaktualizowana w 2003 r., określiła aktualne problemy urbanistyczne oraz główne priorytety w planowaniu miast XXI wieku²⁶. Jednym z podstawowych zaleceń Karty w zakresie kształtowania środowiska miejskiego było traktowanie miasta jako systemu ekologicznego, w którym należy ograniczyć pobieranie zasobów nieodnawialnych i produkcję odpadów. „Można przypuszczać, że głównym zadaniem w XXI wieku będzie roztropne korzystanie z zasobów — zwłaszcza z nieodnawialnych zasobów naturalnych: terenów, powietrza i wody. [...] Zarządzanie gospodarką wodną w całych obszarach zlewni pozwoli na wykorzystanie rzek, potoków i terenów zalewowych do łagodzenia skutków powodzi i innych ekstremalnych zjawisk pogodowych, spowodowanych zmianami klimatu i niedostatkami rozwiązań inżynierskich. W miastach i wokół nich, powiększona zostanie powierzchnia lasów i terenów zieleni w takim zakresie, aby mogły one mieć istotny wpływ na czystość powietrza i stabilizację temperatury”. Autorzy i sygnatariusze Nowej Karty Ateńskiej podkreślają znaczenie ekosystemów i konieczność zapewnienia bioróżnorodności obszarów miejskich. Z drugiej strony, kładą też duży nacisk na kształtowanie przestrzeni publicznej oraz tożsamość, spójność i atrakcyjność krajobrazu miejskiego. Priorytety te podkreśla również Karta Lipska²⁷, która zaleca m.in. zapewnianie wysokiej jakości przestrzeni publicznych, poprawę jakości życia w mieście i pu-

blicznych usług komunalnych, m.in. poprzez wydajność energetyczną oraz oszczędne i efektywne wykorzystanie zasobów naturalnych.

Dla porównania, w Stanach Zjednoczonych kluczowe znaczenie dla integracji gospodarki wodnej z planowaniem przestrzennym miała Karta z Baltimore. Stanowiła zobowiązanie do opracowania nowych, zdecentralizowanych systemów wodnych, opartych na naśladowaniu naturalnych cykli przyrodniczych. Służą one ochronie zdrowia i bezpieczeństwa publicznego oraz regeneracji krajobrazu naturalnego i an-

Preferowana jest rewitalizacja i regeneracja terenów już zainwestowanych, zamiast zagospodarowania nowych obszarów, oraz nowe standardy architektoniczno-budowlane, które pozwalają ograniczyć utratę powierzchni terenów biologicznie czynnych.

tropogenicznego, w oparciu o następujące zasady: zagospodarowanie wody w miejscu i okolicy, wykorzystanie zielonej infrastruktury, odbudowa funkcji zlewni miejskich, tworzenie zielonych miast i inteligentny rozwój.

Niektóre z miast amerykańskich, jak San Francisco, Chicago czy Portland, mogą poszczycić się wyjątkowymi osiągnięciami w zakresie zintegrowanego zarządzania wodą w powiązaniu z planowaniem przestrzennym, architekturą krajobrazu, projektowaniem infrastruktury komunikacyjnej i kanalizacyjnej.

Europejska „Strategia tematyczna w sprawie środowiska miejskiego” dotyczy bezpośrednio terenów miejskich. Jej celem jest poprawa jakości środowiska miejskiego i uczynienie z miast miejsc atrakcyjnych i zdrowych do zamieszkiwania, pracy i inwestowania oraz zmniejszenie szkodliwego wpływu miast na środowisko przyrodnicze, dzięki współpracy międzysektorowej. Jednym z proponowanych środków dla osiągnięcia tego celu, jest opracowanie wytycznych dotyczących zintegrowania kwestii środowiskowych z polityką miejską. Powinny one opierać się na dobrych praktykach oraz opinii ekspertów i prowadzić do lepszego planowania i zapobiegania rozbieżnościom pomiędzy stosowanymi rozwiązaniami.

²⁵ Nowa Karta Ateńska 2003: wizja miast XXI wieku, Europejska Rada Urbanistów, Lizbona 2003.

²⁶ Nowa Karta Ateńska zasadniczo zmieniła założenia Karty Ateńskiej CIAM z 1933 r., odchodząc od idei „miasta funkcjonalnego” na rzecz „miasta zrównoważonego”.

²⁷ Karta Lipska w sprawie Zrównoważonych Miast Europejskich z dnia 27 kwietnia 2007 r., przyjęta na spotkaniu ministrów ds. rozwoju miast i spójności terytorialnej UE w Lipsku, w dniach 24–25 maja 2007 r.

W Polsce aspektów tych dotyczy Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010–2020²⁸. Strategia ta oparta jest na założeniu, że procesy urbanizacyjne nie mogą zaburzać racjonalnych proporcji pomiędzy terenami biologicznie czynnymi i zabudowanymi. Wśród 11 obszarów strategicznych, wymieniono ochronę i racjonalne wykorzystanie zasobów przyrodniczych oraz adaptację do zmian klimatu. Znaczenie wewnątrzmijskich enklaw przyrodniczych podkreśla też Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030. Preferuje regenerację zamiast zagospodarowania nowych obszarów oraz nowe standardy architektoniczno-budowlane, które pozwalają ograniczyć utratę powierzchni terenów biologicznie czynnych. W oparciu o powyższe dwa dokumenty, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju przygotowuje Krajową Politykę Miejską. Zostaną w niej uwzględnione: konieczność zintegrowanego planowania miejskich obszarów funkcjonalnych dla poprawy jakości wody i powietrza; adaptacja do zmian klimatu; poprawa jakości środowiska miejskiego oraz zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi i systemem przyrodniczym miasta.

Narzędzia lokalne

Integracja wytycznych wyższego rzędu w działania lokalne

Europejskie, krajowe i regionalne cele zrównoważonego rozwoju są wdrażane na poziomie lokalnym w poszczególnych gminach. Spoczywa na nich odpowiedzialność za gospodarowanie zasobami środowiska. Podstawowym aktem prawnym, określającym zadania i obowiązki gmin, m.in. w zakresie zarządzania wodą i środowiskiem, jest ustawa o samorządzie gminnym²⁹. Władze samorządowe w miastach, posiłkując się wytycznymi wyższego szczebla, zyskują więc stosunkowo dużą autonomię w tworzeniu programów i strategii kierujących rozwój oraz

tworzących jakość i indywidualność miasta. Równocześnie jednak samorządy znajdują się pod presją wyborców, zatem kierunki i cele działań nastawione są przede wszystkim na zaspokojenie najbardziej palących potrzeb społeczno-gospodarczych i zapewnienie szybko widocznych wyników działania dla poprawy warunków życia. Na etapie budowy strategii bardzo trudno przewidzieć, jakie konsekwencje dla gospodarki wodnej i środowiska będą miały decyzje podejmowane zgodnie z priorytetami strategii, których wyniki będą widoczne dopiero w perspektywie długoterminowej. Narzędzia

Z punktu widzenia długoterminowego i zintegrowanego zarządzania wodą w przestrzeni miejskiej konieczne jest włączanie aspektów wodnych w rozwój wszystkich sektorów w miastach.

oceny oddziaływania na środowisko są wciąż zbyt rzadko wykorzystywane w planowaniu strategicznym i zarządzaniu przestrzenią miejską.

Z punktu widzenia długoterminowego i zintegrowanego

zarządzania wodą w przestrzeni miejskiej, znaczna dowolność działania stwarza możliwość świadomego włączenia aspektów wodnych w rozwój wszystkich sektorów w miastach (np. systemu transportowego, budownictwa, planowania przestrzennego, gospodarki komunalnej, edukacji, sportu, zdrowia). Zapewnia to spójność działań i osiągnięcie wielowymiarowych korzyści. Samodzielne formułowanie i realizacja zadań rozwojowych przez miasta pozwala również władzom samorządowym na uwzględnienie specyfiki miasta i regionu, w tym specyfiki ich uwarunkowań fizjograficznych, takich jak klimat, ukształtowanie terenu, stosunki wodne, cenne ekosystemy i gatunki fauny i flory oraz kluczowe dla funkcjonowania miasta obszary przyrodnicze, niezbędne dla skutecznego dostarczania mieszkańcom miasta usług ekosystemów na wysokim poziomie (por. kolejny rozdział). Jest to o tyle ważne, że te same wytyczne wyższego szczebla, np. dotyczące zielonej i błękitnej infrastruktury, będą inaczej realizowane w miastach zlokalizowanych na terenach podgórskich, gdzie duże spadki terenu powodują znaczny spływ powierzchniowy, inaczej zaś w miastach nizinnych lub znajdujących się w pobliżu dużych rzek. Możliwość indywidualnego

²⁸ Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010–2020: Regiony, Miasta, Obszary Wiejskie, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2010.

²⁹ Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie terytorialnym (Dz.U. 1990 nr 16 poz. 95).

podjęcia do realizacji strategii wyższego szczebla pozwala na wkomponowanie miasta w regionalny system przyrodniczy. Stanowi on podstawę dla poprawnego funkcjonowania systemu przyrodniczego miasta. Zintegrowane i zindywidualizowane podejście może stać się podstawą do podjęcia lokalnej decyzji o ochronie tych terenów, rozbudowie miasta „do wewnątrz” (miasto kompaktowe) i zagęszczaniu już zainwestowanych obszarów (np. w wyniku rewitalizacji i zagęszczania stref zurbanizowanych w centrum miasta) i powstrzymania jego rozpełzania się. Taki rozwój, aby zapewniał wysoką jakość życia, musi być jednak rekompensowany przez zwiększenie powierzchni biologicznie czynnych w zagęszczanych obszarach. Tworzą one przyjazną, zdrową i bardziej atrakcyjną przestrzeń. Taki cel można osiągnąć przez uwzględnienie zielonej infrastruktury już na wczesnym etapie planowania. Podjęcie zintegrowanych działań wspierających retencję wody (por. rozdział o rozwiązaniach technicznych: Wagner i Krauze w tym tomie) wspomaga właściwe funkcjonowanie zielonej infrastruktury. Inwestowanie w centrum miast, zamiast kosztownego uzbrajania terenów daleko od nich położonych, przynosi korzyści wszystkim mieszkańcom. W długoterminowej perspektywie powstrzymuje proces rozpełzania się miast, obniża koszty ich funkcjonowania, poprawia jakość życia i pozwala zachować ogólnodostępne podmiejskie tereny rekreacyjne.

Narzędzia planowania strategicznego i zarządzania wodą, tworzone na poziomie lokalnym

Samorządy miast dysponują szerokim wachlarzem narzędzi lokalnych, które służą powyższym celom. Obejmuje on m.in.: programy ochrony środowiska, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, projekty zagospodarowania rzek, programy i projekty małej retencji, polityki sektorowe w zakresie zasobów wodnych, zasobów przyrody oraz inne wizje i strategie rozwoju miasta.

Niektóre z nich nie są dokumentami wymaganymi przepisami prawa (por. tabela 1 w kolejnym rozdziale), ale mogą być bardzo pomocne jako narzędzia umożliwiające realizację poszczególnych działań. Przykładowo — programy małej retencji mogą być przydatnym narzędziem, służącym: analizie skutków hydraulicznych zagospodarowania przestrzennego; wyrównywaniu przepływów w ciekach miejskich oraz poprawie zdolności retencyjnej miejskich zlewni.

Dokumentem spajającym wszystkie działania w zakresie ochrony środowiska na poziomie gminy jest program ochrony środowiska, którego opracowanie może

Procesy urbanizacyjne nie mogą zaburzać racjonalnych proporcji pomiędzy terenami biologicznie czynnymi i zabudowanymi.

być traktowane jako podstawa dla wprowadzania spójnego i sprawnego systemu zarządzania. Biorąc pod uwagę silne powiązania ekohydrologiczne pomiędzy obiegiem wody w mieście i funk-

cjonowaniem jego systemu przyrodniczego — zarówno diagnoza i analiza potrzeb, jak i sam program ochrony środowiska, stwarzają doskonałą platformę do włączenia celów gospodarowania wodą w przestrzeni miejskiej jako istotnego elementu rozwoju miasta.

Szczególnie silnym narzędziem wspierającym zrównoważone zagospodarowanie wód opadowych i zieloną infrastrukturę w miastach może być studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (Januchta-Szostak 2012; por. też kolejny rozdział w tym tomie). Umożliwia ono m.in. wyłączenie z zabudowy terenów zieleni, cennych dla retencji i infiltracji wód opadowych; ochronę przed zabudową ekosystemów wodnych wraz z ich otuliną; zapewnienie przestrzennej łączności zielonej i błękitnej infrastruktury; wyznaczenie terenów pod zabudowę i/lub określenie zasad tej zabudowy (np. udział terenów biologicznie czynnych, konieczność retencji wody, ograniczenia stosowania powierzchni nieprzepuszczalnych (por. rozdział o rozwiązaniach technicznych: Wagner i Krauze w tym tomie)). Uwzględniane w studium ustalenia, dotyczące zasad: ochrony środowiska i jego zasobów; ochrony przyrody; krajobrazu kulturowego, a zwłaszcza wytyczne ich określania w planach miejscowych³⁰ — stwarzają możliwość wykorzystania potencjału zielonej i błękitnej infrastruktury oraz usług ekosystemów.

³⁰ Ustawa Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.), art. 72.

Jednym z podstawowych dokumentów, który określa kierunki rozwoju, również w zakresie zasobów wodnych, może być strategia rozwoju gminy. Strategia przygotowana prawidłowo i z dużą dokładnością umożliwia realizację spójnej wizji miasta nowoczesnego, funkcjonalnego i przyjaznego. Jest także wygodnym narzędziem planowania w zakresie wykorzystania środków finansowych i monitorowania postępu wdrażania rozwiązań zintegrowanych. Ekosystemy wodne — zwłaszcza duże rzeki — często stają się ważnym elementem takiej strategii. Niektóre polskie miasta (np. Bydgoszcz, Tczew, Warszawa, Poznań) uchwałyły strategie i programy „powrotu nad rzeki”. Jednak cele tych programów są ukierunkowane przede wszystkim na poprawę jakości frontów wodnych, aktywizację turystyczną i gospodarczą nadbrzeży oraz poprawę ochrony przeciwpowodziowej. Rzadko uwzględniają np. odbudowę biocenozy dolinnych oraz działania na terenie całej zlewni, które mogłyby przyczynić się do spowolnienia i poprawy jakości spływów z terenów miejskich, a tym samym poprawić jakość wody i zmniejszyć ryzyko powodzi. Kolejnym wyzwaniem są zapisy lokalnych strategii, których priorytetowe kierunki działań są odmienne w różnych gminach. Wiele miast boryka się np. z problemami podtopień i powodzi miejskich, występujących na skutek nadmiernego uszczelnienia własnych terenów lub zbyt szybkiego odprowadzania wody z terenów sąsiednich gmin. Dla skutecznego gospodarowania wodą, ważne jest wykorzystanie danych hydraulicznych z obszarów zlewni, które nie pokrywają się z granicami administracyjnymi gmin (por. kolejny rozdział w tym tomie). W tym celu konieczna jest współpraca międzygminna i koordynacja celów różnych strategii sektorowych.

Dla skutecznego gospodarowania wodą konieczna jest współpraca międzygminna i koordynacja celów różnych strategii sektorowych.

Podsumowanie

Cele działań w zakresie gospodarki wodnej są ściśle określone przez polityki europejskie i krajowe. Natomiast ich realizacja pozostawia znaczną swobodę władzom samorządowym w tworzeniu własnych mechanizmów ich integracji ze strategią rozwoju miasta. Temu celowi służą lokalne narzędzia strategiczne, przedstawione w niniejszym rozdziale. Jednak określenie w dokumentach strategicznych celów i priorytetów, uwzględniających zrównoważoną gospodarkę wodną, to tylko połowa sukcesu. Dla osiągnięcia tych celów konieczna jest integracja działań w sferze społecznej, gospodarczej i przestrzennej oraz zlewniowe podejście do planowania i zarządzania wodą w mieście (por. rozdział o zintegrowanym zarządzaniu: Krauze i Wagner w tym tomie). Oznacza to uwzględnianie ekohydrologicznych skutków decyzji gospodarczych i przestrzennych, podejmowanych nie tylko na obszarze miasta, ale również w gminach ościennych, położonych w obrębie zlewni. Osiąganie celów związanych z gospodarką wodną może nastąpić szybciej i przy niższych nakładach, jeżeli uwzględni się ekosystemowe metody zarządzania wodą i usługi ekosystemów. W wymiarze praktycznym oznacza to włączenie do wszystkich działań w przestrzeni miejskiej zintegrowanych rozwiązań, uwzględniających błękitną i zieloną infrastrukturę oraz najlepsze praktyki w zagospodarowaniu wód opadowych i rozwiązania ekohydrologiczne. Z drugiej strony, wykorzystanie społecznych i krajobrazowych walorów zieleni i wody, o których będzie mowa w kolejnym rozdziale, umożliwi również realizację innych celów strategicznych, związanych np. z poprawą wizerunku miasta, atrakcyjnością przestrzeni publicznych oraz integracją mieszkańców. Holistyczne podejście konieczne jest nie tylko przy tworzeniu strategii, ale też w konsekwentnym transponowaniu jej zapisów na działania planistyczne i wdrożeniowe.

Studium przypadku:

woda w przestrzeni miejskiej Łodzi — przykład podejścia strategicznego

Obszar miasta Łodzi charakteryzuje się bardzo ograniczonymi zasobami wód naturalnych oraz znacznymi (jak na miasto położone w centralnej Polsce) spadkami terenu i skromnymi możliwościami retencyjnymi. Podstawowym powodem takiej sytuacji jest lokalizacja miasta na wododziale I-go rzędu pomiędzy rzekami Wisłą i Odrą, a także duży udział powierzchni szczelnych i ograniczona pojemność retencji gruntowej. Osiemnaście niewielkich, ułożonych odśrodkowo cieków, o ograniczonej pojemności retencyjnej, odbiera wody opadowe z terenu o powierzchni ponad 290 km². Skutkuje to całkowitą ucieczką wody z terenu miasta. Jej nadmiar powoduje czasowe podtopienia zarówno w Łodzi, jak i na terenach położonych w dole biegu płynących przez nią rzek.

Jednym ze sposobów poprawy gospodarki wodnej w mieście jest zwiększenie liczby zbiorników retencyjnych na jej ciekach. Część z nich jest odtwarzana w miejscach, w których istniały wcześniej, lecz zostały zniszczone, zasypane lub zarośnięte. Część projektowana jest i tworzona od nowa. Zintegrowanie wszystkich działań, związanych z realizacją tych zamierzeń, stało się podstawą przygotowanego w 1999 r. „Aneksu do założeń do projektu generalnego rzek — zbiorniki”, na podstawie którego Wydział Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Łodzi opracował w 2001 r. Program małej retencji dla miasta Łodzi. Jest on wdrażany w oparciu o projekty obejmujące nie tylko rzekę, lecz również jej dolinę, zlewnię i społeczność lokalną.

Dobrym przykładem zintegrowanych działań jest zlewnia rzeki Sokołówki (rysunek 2). Podstawą realizacji zamierzeń inwestycyjnych był przygotowany w 2003 r. Projekt Generalny rzeki, obejmujący całościowe spojrzenie na zlewnię. PG miał dwa podstawowe zadania: ocenić potencjał zlewni (np. możliwości lokalizacji zbiorników i terenów cennych przyrodniczo) oraz wskazać zadania, których wykonanie było niezbędne dla osiągnięcia zamierzonych celów (poprawa jakości wody, podniesienie pojemności retencyjnej rzeki, zwiększenie bioróżnorodności, poprawa warunków życia mieszkań-

ców). W planowanych zamierzeniach uwzględniono aspekty przyrodnicze, krajobrazowe, inżynierskie i społeczne. W ramach realizacji zadań odbudowano retencję zbiornikową, wykonano system podczyszczania wód (SSBS, por. rozdział o rozwiązaniach technicznych: Wagner i Krauze w tym tomie) oraz projekt techniczny rehabilitacji odcinka rzeki, który obecnie czeka na realizację. Wykonano również szereg działań pośrednio wpływających na poprawę jakości wody i warunki życia mieszkańców. Było to m.in. nowe kryte koryto rzeki, dzięki któremu skutecznie wyeliminowano nielegalne zrzuty ścieków sanitarnych. Uzupełniono także sieć kanalizacji sanitarnej (co umożliwiło podłączenie nieruchomości do sieci i likwidację szamb) oraz zaopatrzone lokalne drogi w urządzenia odwadniające. Całkowity koszt przeprowadzonych w latach 2004–2012 działań w górnej zlewni Sokołówki wyniósł ponad 26 mln PLN, z tego koszt uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej ponad 18 mln PLN, a realizacja inwestycji na rzekach ok. 8 mln PLN. Realizowane w zlewni Sokołówki inwestycje mają charakter innowacyjny i wykorzystują szereg rozwiązań ekohydrologicznych dla poprawy jakości wody dopływającej do rzek i zbiorników. Są one obecnie stosowane również na innych łódzkich rzekach (por. studium przypadku zbiorników w Arturówku w rozdziale o narzędziach technicznych: Wagner i Krauze w tym tomie).

Funkcjonowanie przepiętnych łódzkich rzek jest jednak wciąż utrudnione w warunkach ekstremalnych przepływów i zmusza do szukania bardziej zaawansowanych rozwiązań, które wzmocnią potencjał systemu przyrodniczego miasta w retencjonowaniu wód opadowych. Opisana w poprzednim poradniku koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci (Zalewski i in. 2012; Wagner i in. 2013) została stworzona między innymi w tym celu, aby wzmocnić krajobrazową retencję wody, wywołując szereg powiązanych pozytywnych efektów w funkcjonowaniu miasta. W 2010 roku koncepcja ta została uwzględniona w formułowanym wówczas Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania

realizowany przez działania zintegrowane, obejmujące między innymi:

- umiejętne wykorzystanie usług ekosystemów i potencjału przyrodniczego, zapewniające Łodzi stabilną podstawę dla dalszego zrównoważonego rozwoju miasta kompaktowego;
- podnoszenie jakości środowiska przyrodniczego, zrównoważony rozwój, tworzenie ośrodka uporządkowanego urbanistycznie, przestrzennie, redukującego „rozlewanie się” tkanki miejskiej;
- minimalizowanie negatywnych oddziaływań na środowisko w politykach: przestrzennej, zdrowotnej, mieszkaniowej, edukacyjnej, transportowej oraz w działaniach gospodarczych i promocyjnych, a także systemie zamówień publicznych;
- wykorzystanie możliwości związanych z tworzeniem Błękitno-Zielonej Sieci, zintegrowanej w jedną funkcjonalną, łatwo dostępną, dobrze skomunikowaną i spójną sieć miejskich i metropolitalnych terenów zieleni.

Od 2013 roku Urząd Miasta Łodzi wdraża kompleksowy system zarządzania strategicznego,

którego elementem są polityki sektorowe. Wyznaczają one kierunki rozwoju określonych obszarów aktywności miasta oraz stanowią programy realizacyjne Strategii 2020+. Polityki sektorowe są skorelowane ze Strategią w ujęciu czasowym. Umożliwiają oszacowanie nakładów na realizację poszczególnych celów, identyfikację rezultatów, ich monitoring i ewaluację. Gospodarka wodna i zarządzanie środowiskiem przyrodniczym są zawarte w Polityce Komunalnej i Ochronie Środowiska przyjętej w 2013 r. U jej podstaw leży założenie ochrony i zintegrowanego zarządzania kapitałem przyrodniczym miasta, który jest niezbędny dla zapewnienia wysokiej jakości życia. Dokument ten podkreśla, że dostarczanie usług przez ekosystemy wymaga ich właściwego utrzymania, a często rewitalizacji. Jako priorytet w gospodarowaniu wodami opadowymi wymienia promowanie, inicjowanie i wprowadzanie wszelkich działań zmierzających do rozszczelnienia zlewni i zwiększenia retencji opadu w miejscu jego powstawania. Ważna jest także budowa zbiorników retencyjnych, ponieważ usuwają one skutki zwiększonej ilości wód opadowych.

Literatura

- Januchta-Szostak, A., 2012. Usługi ekosystemów wodnych w miastach. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 3, s. 91–110.
- Kundzewicz, Z., red., 2014. Raport o zagrożeniach związanych z wodą. *Nauka*, 1, s. 59–195.
- Łomotowski, J., red., 2008. *Problemy zagospodarowania wód opadowych*, Wrocław–Warszawa: Seidel-Przywecki.
- UMŁ, 2012. Strategia zintegrowanego rozwoju Łodzi 2020+, Łódź: Urząd Miasta Łodzi.
- Wagner, I., Krauze, K., Zalewski, M., 2013. Błękitne aspekty zielonej infrastruktury. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 4, s. 145–155.
- Wagner, I., Zalewski, M. 2009. Ecohydrology as a basis for the sustainable city strategic planning – focus on Lodz, Poland. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 8, s. 209–217.
- Zalewski, M., Wagner, I., Frateczak, W., Mankiewicz-Boczek, J., Parniewki, P., 2012. Blue–green city for compensating global climate change. *The Parliament Magazine*, 350, s. 2–3.

Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą¹

*Anna Januchta-Szostak
Politechnika Poznańska*

Wielu architektów i urbanistów jest coraz bardziej świadomych negatywnych skutków urbanizacji i potrzeby uwzględniania zarządzania wodą w planowaniu przestrzennym. Brakuje jednak ram prawnych i narzędzi ekonomicznych, które wspierałyby zintegrowane i proekologiczne podejście do zarządzania przestrzenią i wodą w miastach. Planowanie przestrzenne w Polsce ma charakter oddolny i opiera się na prawie samorządów lokalnych do podejmowania decyzji o formach zagospodarowania przestrzennego gminy. Nie uwzględnia jednak podejścia zlewniowego. Warto zatem, w oparciu o dobre wzorce, rozszerzać zapisy podstawowych dokumentów planistycznych, czyli studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w taki sposób, by świadomie zarządzać zasobami wodnymi i lepiej wykorzystywać nietechniczne środki ochrony przed powodzią.

Słowa kluczowe: planowanie strategiczne, planowanie przestrzenne, adaptacja do zmian klimatu, gospodarka wodna

¹ Publikacja zawiera wnioski z badań prowadzonych w ramach projektu DS.PB pt. Poprawa jakości przestrzeni sąsiedzkich i publicznych w Poznaniu z wykorzystaniem systemów zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych, realizowanego przez autorkę na Wydziale Architektury PP w 2014 r.

Wprowadzenie

Współczesne tendencje w urbanistyce, wyrażone w zapisach Nowej Karty Ateńskiej (2003)¹ i Karty Lipskiej (2007)², podkreślają konieczność kształtowania miast zwartych i przyjaznych użytkownikom, a równocześnie kładą nacisk na roztropne korzystanie z zasobów naturalnych. Cele te niekiedy trudno pogodzić, zwłaszcza jeśli priorytety gospodarcze zdecydowanie dominują nad środowiskowymi.

Środowisko miejskie jest przestrzenią silnie przekształconą antropogenicznie, co wpływa na zaburzenia naturalnego cyklu obiegu wody. W wyniku procesów urbanizacji, w XIX i XX w. nastąpiło znaczne zubożenie sieci wodnej wielu miast. Liczne niegdyś stawy, mokradła, starorzecza, fosy, kanały i strumienie zostały zasypane lub skanalizowane, a duże rzeki — uregulowane. Na skutek uszczelnienia gruntów zmienia się dynamika przepływów w ciekach, będących odbiornikami wód opadowych. Coraz częściej występują powodzie miejskie i lokalne podtopienia. Działania interwencyjne koncentrują się najczęściej na obszarach dolin rzecznych i mają na celu poprawę zabezpieczeń przed powodzią. Tymczasem konieczne jest zarządzanie wodą „u źródła” problemów, czyli na obszarze całej zlewni, a nie tylko u ujścia.

Tak jak wielkie wezbrania powodziane są efektem kanalizowania spływu miliardów kropli deszczu, tak skuteczność zrównoważonej gospodarki wodnej w miastach jest zależna od wdrażania na szeroką skalę drobnych i proekologicznych rozwiązań. W tym celu potrzebne są działania edukacyjne, skuteczne narzędzia planistyczne, techniczne i ekonomiczne oraz odpowiednie regulacje prawne. A przede wszystkim zintegrowane planowanie i zarządzanie miastem w oparciu o dostępność i wymianę informacji oraz koordynację działań, która umożliwi obniżanie kosztów i osiągnięcie efektu

synergii w realizacji różnych, często rozbieżnych celów strategii sektorowych.

Proekologiczne nurty *Eco-Urbanism*, *Green Urbanism*, *Green Architecture* coraz wyraźniej odciągają swoje piętno na projektowaniu budynków i całych struktur miejskich w Europie, Stanach Zjednoczonych lub Australii. W Polsce także pojawia się coraz więcej inwestycji, które mogą poszczycić się certyfikatami LEED³ czy BREEAM⁴. Niestety, w polskiej praktyce gospodarowania przestrzenią nadal brakuje kompleksowego podejścia oraz skutecznych narzędzi wdrażania celów gospodarki wodnej, a pojedyncze przykłady dobrych praktyk stanowią kroplę w morzu potrzeb.

Zarządzanie wodą nie może być wyłącznie przedmiotem planowania sektorowego (branżowego), ale wymaga pełnej integracji z gospodarką przestrzenną, urbanistyką i architekturą, ponieważ sposób zagospodarowania terenu ma decydujący wpływ na możliwości gospodarowania wodą w obrębie zlewni.

Narzędzia planowania przestrzennego w Polsce a gospodarowanie wodą w miastach

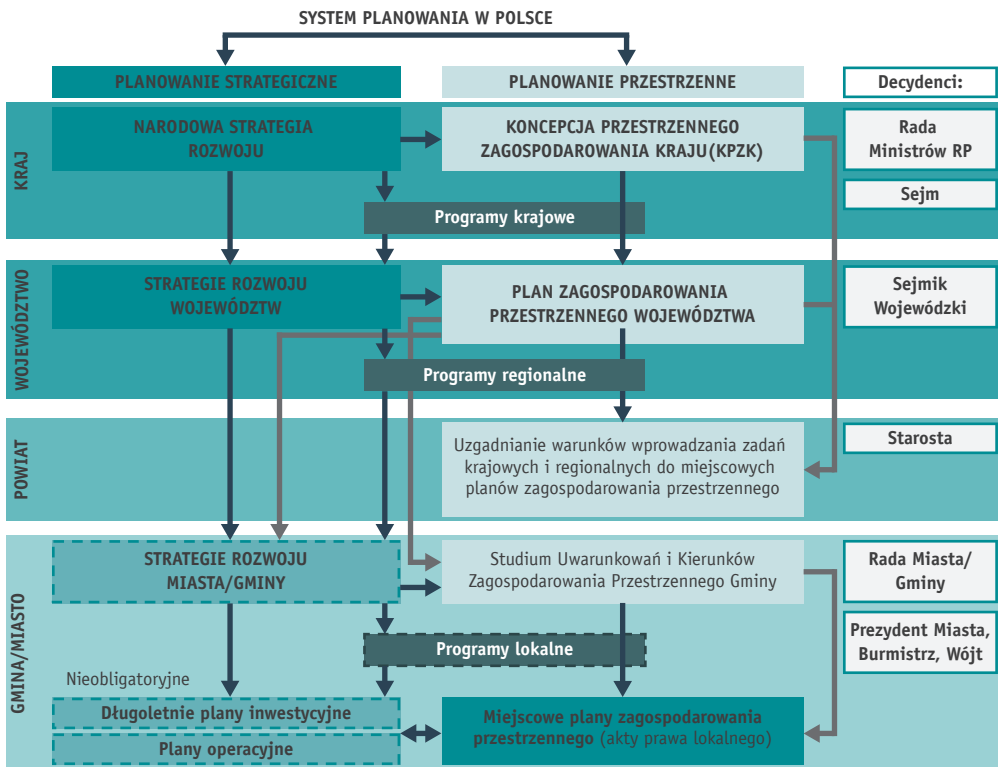
Uwzględnianie roli wody w kształtowaniu przestrzeni zurbanizowanej powinno wiązać się nie tylko z ograniczaniem zagrożeń związanych z jej niedoborem (susze), nadmiarem (deszcze nawalne, powodzie, podtopienia) lub niską jakością (gospodarka ściekami, zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych). Równie ważne jest pełne wykorzystanie jej potencjału w zakresie usług zaopatrujących, regulacyjnych i kulturowych (Kronenberg 2012) na każdym poziomie planowania i projektowania. Począwszy od Koncepcji

¹ Nowa Karta Ateńska 2003: wizja miast XXI wieku, Europejska Rada Urbanistów, Lizbona 2003

² Karta Lipska w sprawie Zrównoważonych Miast Europejskich z dnia 27 kwietnia 2007 r., przyjęta na spotkaniu ministrów ds. rozwoju miast i spójności terytorialnej UE w Lipsku, w dniach 24–25 maja 2007 r.

³ System certyfikacji *Leadership in Energy and Environmental Design* powstał w Stanach Zjednoczonych i jest jednym z najbardziej popularnych systemów wielokryterialnej oceny w celu promowania i tworzenia „zielonych budynków”.

⁴ *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* — budynki poddane ocenie BREEAM otrzymują certyfikat brytyjskiego Building Research Establishment. Ocenia on funkcjonowanie budynku w jego otoczeniu w kategoriach: oszczędności energii, oszczędności wody, gospodarki materiałami, komfortu dla użytkowników, wpływ na środowisko przyrodnicze, ograniczenia zanieczyszczeń, zarządzania budynkiem, ograniczenia odpadów.



Rysunek 1. Schemat systemu planowania przestrzennego w Polsce (na podst. Maier i in. 2012)

Przestrzennego Zagospodarowania Kraju (KPZK) i planów zagospodarowania przestrzennego województw, poprzez studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, a na planach miejscowych, projektach konkretnych budowli oraz terenów publicznych i prywatnych kończąc.

Planowanie przestrzenne w Polsce prowadzone jest na trzech poziomach (rysunek 1): krajowym, regionalnym i lokalnym (miasta lub gminy). Podstawą systemu planowania jest spójność planów ze strategiami rozwoju na wszystkich poziomach administracji rządowej i samorządowej.

Formalnoprawne podstawy realizacji przedsięwzięć tworzone są na poziomie lokalnym, gdyż system planowania przestrzennego w Polsce ma charakter oddolny. Opiera się na prawie samorządów lokalnych do podejmowania decyzji o for-

mach zagospodarowania przestrzennego gminy, z uwzględnieniem wytycznych z planów wyższego rzędu oraz ponadlokalnych inwestycji celu publicznego. Podstawowymi instrumentami planowania przestrzennego są: studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (studium) oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (mpzp), których zapisy muszą korespondować ze strategią rozwoju miasta i planem zagospodarowania przestrzennego województwa oraz uwzględniać ustalenia innych nadrzędnych programów i planów sektorowych, w tym planów gospodarki wodnej⁵.

W planowaniu przestrzennym obowiązuje podział administracyjny, natomiast w gospodarce wodnej — podział na obszary dorzeczy i regiony wodne (tabela 1). Trudności w koordynacji gospodarki

⁵ Ustawa Prawo wodne (Dz.U. 2005 nr 239 poz. 2019 z późn. zm.), art. 113 i 118.

Tabela 1. Narzędzia planowania przestrzennego i gospodarki wodnej

Poziom planowania	Dokumenty strategiczne	Plany zagospodarowania przestrzennego	Plany i programy związane z gospodarowaniem wodą
Krajowy	Strategia rozwoju kraju, Polityka ekologiczna państwa w latach 2009–2012 z perspektywą do roku 2016	Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju (KPZK) Programy zawierające zadania rządowe, służące realizacji inwestycji o charakterze celu publicznego o znaczeniu krajowym	Program wodno-środowiskowy kraju z uwzględnieniem podziału na obszary dorzeczy Plany gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy Plany zarządzania ryzykiem powodziowym Plany przeciwdziałania skutkom suszy na obszarach dorzeczy Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych
Regionalny	Strategia rozwoju województwa	Plan zagospodarowania przestrzennego województwa (PZPW) Programy zawierające zadania dotyczące inwestycji celu publicznego o znaczeniu regionalnym	Plany gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy w obrębie regionów wodnych Plany przeciwdziałania skutkom suszy w regionach wodnych Warunki korzystania z wód regionu wodnego i sporządzone w miarę potrzeby warunki korzystania z wód zlewni Regionalne programy ochrony środowiska Regionalne programy małej retencji
Lokalny	Strategia rozwoju miasta/gminy Wieloletni plan inwestycyjny miasta/gminy	Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (mpzp)	Na poziomie lokalnym, dla realizacji zadań własnych gminy w zakresie gospodarki wodnej (art. 7 ust. 1 pkt. 1 ustawy o samorządzie gminnym), opracowywane jest studium i program gospodarowania wodą na obszarze gminy lub miasta. Opracowanie studium nie jest jednak wymagane obligatoryjnie

przestrzennej i wodnej wynikają z odmiennych granic obszarów objętych planowaniem i różnych priorytetów instytucji za nie odpowiedzialnych.

Na szczeblu lokalnym (tabela 1) w miastach i gminach, czyli tam, gdzie faktycznie podejmowane są podstawowe decyzje dotyczące gospodarowania przestrzenią, nie obowiązują żadne formalne dokumenty planistyczne w zakresie gospodarki wodnej. Trudno zatem mówić o podejściu zlewniowym w planowaniu przestrzennym, ponieważ zlewnia hydrograficzna nie tylko nie stanowi podstawowego obszaru działań planistycznych i decyzyjnych, ale trudno nawet ustalić dokładnie jej granice na te-

renie miasta i określić stopień uszczelnienia powierzchni na tym terenie. Pozyskiwanie, analiza i wymiana informacji, dotyczących uwarunkowań i priorytetów zagospodarowania lokalnych zlewni, jest zatem utrudniona⁶. W niektórych miastach, zwłaszcza tych, które borykają się z problemami lokalnych podtopień (np. w Krakowie, Łodzi, Poznaniu, Lesznie), powodzi lub suszy, opracowywane są analizy zdolności retencyjnej zlewni miejskich oraz studia i programy gospodarowania wodą na obszarze gminy, miasta lub tzw. miejskie programy małej retencji. Nie są to jednak opracowania obligatoryjne

⁶ Trudności wynikają z ograniczonej dostępności i spójności danych o zagospodarowaniu terenu, różnych zakresów (granice administracyjne nie pokrywają się z granicami zlewni), stopnia szczegółowości, jakości oraz postaci zapisu.

i rzadko przekładają się na ustalenia dokumentów planowania przestrzennego.

W Polsce jedynym narzędziem planistycznym na szczeblu lokalnym, umożliwiającym zapisy dotyczące kształtowania krajobrazu i struktury funkcjonalno-przestrzennej całej gminy (miasta), jest studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy. Dokument ten nie jest wprawdzie wiążącym aktem prawnym, ale jest obligatoryjny i sporządzany dla całego obszaru gminy lub miasta na prawach powiatu. Daje to możliwość powiązania sposobów zagospodarowania oraz użytkowania terenów z priorytetami gospodarki wodnej. Na przykład uwzględnianie uwarunkowań wynikających z wielkości i jakości zasobów wodnych oraz zagrożeń związanych z wodą (tereny szczególnej groźby powodzią na podstawie map zagrożeń i ryzyka powodziowego). Opracowania ekofizjograficzne sporządzane są na potrzeby studium. Zawierają szereg istotnych z punktu widzenia gospodarki wodnej informacji, m.in. na temat budowy geologicznej, rzeźby i pokrycia terenu, klimatu, wód powierzchniowych i podziemnych, gleb oraz szaty roślinnej. Ich analiza w granicach zlewni hydrograficznych, a nie tylko w granicach administracyjnych, mogłaby stanowić podstawę m.in. do wyznaczania w studium obszarów o dużej zdolności retencyjnej i potencjale ekologicznym, jak również terenów o obniżonej pojemności retencyjnej, które wymagają kompensacji. Możliwości, jakie daje ocena oddziaływania na środowisko, mogłyby być wykorzystywane nie tylko do ochrony cennych siedlisk i nasadzeń zieleni wysokiej, ale również do odbudowy zdolności retencyjnej zlewni. W miastach niemieckich programy ochrony i rewitalizacji ekosystemów wodnych mogą być finansowane ze środków pozyskiwanych w wyniku obowiązywania tzw. regulacji kompensacyjnej⁷.

Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (mpzp) są jedynymi aktami prawa lokalnego

w zakresie gospodarowania przestrzenią. Muszą być zgodne z zapisami studium. Ustalenia mpzp dają duże możliwości wpływania na warunki gospodarowania wodą i ograniczanie skutków powodzi. Określają bowiem wskaźniki, formy i funkcje zabudowy, przede wszystkim sposób zagospodarowania i użytkowania gruntów, w tym obszary wyłączone z zabudowy oraz udział procentowy powierzchni terenów biologicznie czynnych. Zapisy planów miejscowych mogłyby być w większym stopniu wykorzystywane w celu kontrolowania stopnia uszczelnienia terenu, gdyby były formułowane na podstawie analiz zdolności retencyjnych zlewni i restrykcyjnie przestrzegane. Niestety, w wielu przypadkach inwestorzy bezkarnie przekraczają

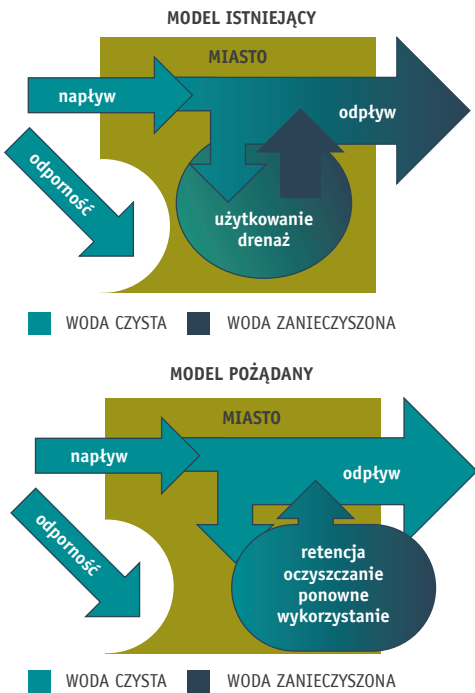
Zarządzanie wodą nie może być wyłącznie przedmiotem planowania sektorowego (branżowego), ale wymaga pełnej integracji z gospodarką przestrzenną, urbanistyką i architekturą, ponieważ sposób zagospodarowania terenu ma decydujący wpływ na możliwości gospodarowania wodą w obrębie zlewni.

dopuszczalne wielkości powierzchni uszczelnionych, a neutralność hydrologiczna inwestycji nie jest wymagana. Bardzo przydatne, z punktu widzenia jakości środowiska i retencji wody, byłyby nie tylko ilościowe, ale również jakościowe wytyczne do kształtowania powierzchni biologicznie czynnych (analogiczne do niemieckich wytycznych FLL — Towarzystwa ds. Badań nad Rozwojem i Strukturą Krajobrazu — Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.).

W polskim prawie niestety brakuje przepisów umożliwiających decentralizację gospodarowania wodą opadową i narzucenie obowiązku jej zatrzymywania, zarówno w przestrzeni publicznej, jak i na indywidualnych działkach. Wręcz przeciwnie — inwestorzy są zobowiązani do odprowadzania deszczówki do zbiorczych sieci kanalizacyjnych. Jedynie w razie braku możliwości przyłączenia do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej, dopuszcza się odprowadzanie wód opadowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych lub do zbiorników retencyjnych⁸. W odróżnieniu od polskich przepisów, brytyjska ustawa

⁷ Obowiązek wynika z Federalnej Ustawy o Ochronie Środowiska i Federalnego Kodeksu Budowlanego, które nakazują sprawcom znacznej ingerencji w środowisko i krajobraz uiszczanie opłat kompensacyjnych (Maier i in. 2012).

⁸ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zm.), art. 28 ust. 5.



Rysunek 2. Modele przepływów ilustrujące gospodarkę wodną w miastach. Na górze — model istniejący w polskich miastach: mało skuteczna ochrona przed powodzią, odprowadzanie zanieczyszczonych wód opadowych do cieków, brak retencji. Na dole — model pożądany: przepływ o niezmiennych parametrach ilościowych i jakościowych, zatrzymywanie, oczyszczanie i wykorzystanie wód opadowych

o powodziach i gospodarce wodnej⁹ znosi prawo automatycznego podłączania nowych inwestycji do systemów kanalizacji zbiorczej. Przewiduje ona zastosowanie systemów zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych (SUDS — Sustainable Urban Drainage Systems) w standardach, które umożliwiają redukcję szkód powodziowych i poprawę jakości wody. Odpowiedzialność za wdrażanie i utrzymanie tych systemów tam, gdzie dotyczą one więcej niż jednej posesji, spoczywa na barkach władz lokalnych.

Zalecenia planistyczne i projektowe

W planowaniu i projektowaniu polskich miast nadal większą wagę przywiązuje się do skutecznego odprowadzania wody, niż jej zatrzymywania, oczyszczania i wykorzystywania na miejscu opadu (rysunek 2). Tymczasem wytyczne europejskich dyrektyw wodnych (Ramowej Dyrektywy Wodnej¹⁰ i Dyrektywy Powodziowej¹¹), doświadczenia krajów zaawansowanych w ich wdrażaniu (takich jak Holandia, Wielka Brytania czy Niemcy) oraz wnioski z analiz sytuacji w Polsce (Kundzewicz i in. 2014) wskazują na konieczność poprawy integracji gospodarki wodnej z planowaniem przestrzennym, zarówno w zakresie kształtowania dolin rzecznych, jak i zagospodarowania zlewni.

Dobrym przykładem takiego zintegrowanego planowania jest brytyjski projekt LIFE (*Long-term Initiatives for Floodrisk Environments*), którego autorzy wskazali możliwości pogodzenia potrzeb urbanizacyjnych z ochroną przed różnymi rodzajami powodzi oraz wykorzystaniem usług ekosystemów miejskich. W 2005 r. rząd brytyjski zatwierdził strategię pt. Tworzenie przestrzeni dla wody (*Making Space for Water*), w której zdefiniowano zasady zagospodarowania terenów narażonych na ryzyko wystąpienia powodzi. Zasady te obejmują m.in. dostosowanie zabudowy do skali i rodzaju zagrożeń powodziowych oraz wprowadzanie SUDS w zlewniach miejskich.

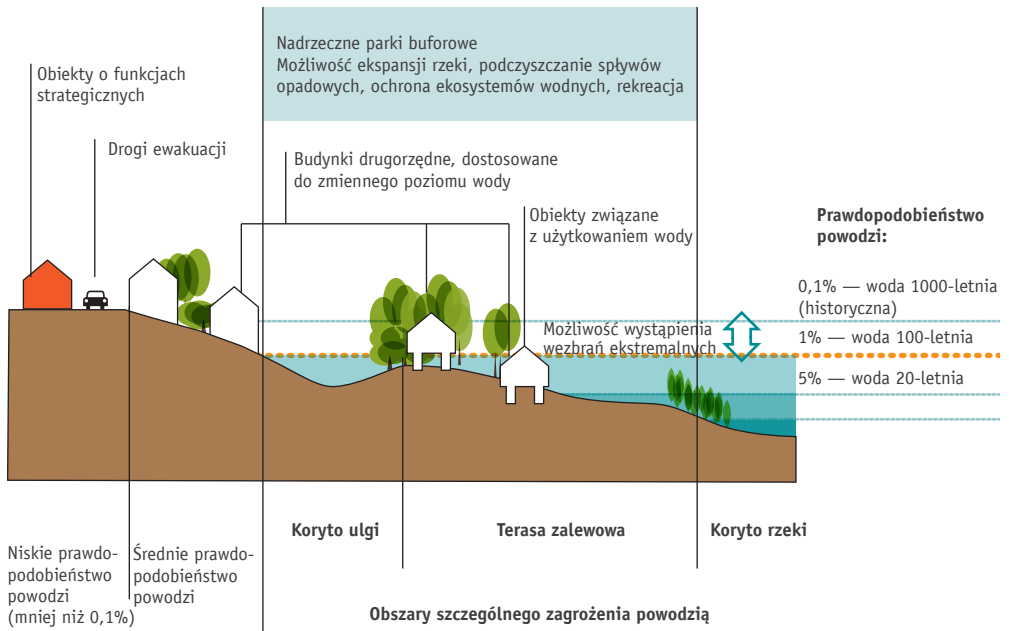
Zagospodarowanie dolin rzecznych

Informacje, zawarte na mapach zagrożeń i ryzyka powodziowego, mogą być wykorzystane w planowaniu przestrzennym, zarówno w celu ograniczenia lub zakazu zabudowy terenów zalewowych oraz kontroli zagospodarowania tych terenów, jak i ochrony szczególnie cennych ekosystemów wodnych i przywodnych (rysunek 3).

⁹ Ustawa o powodziach i gospodarce wodnej w Wielkiej Brytanii (The Flood and Water Management Act) z dnia 8 kwietnia 2010 r.

¹⁰ Dyrektywa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. w sprawie ustanowienia ram dla działalności Wspólnoty w dziedzinie polityki wodnej.

¹¹ Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodzi i zarządzania nim.







Rysunek 3. Zagospodarowanie doliny rzecznej zgodnie z Dyrektywą Powodziową UE — zwiększanie przestrzeni dla ekspansji rzeki i dostosowanie funkcji i form zabudowy do stopnia zagrożenia powodzią

Tereny zagrożone tzw. wodą stuletnią (1%) powinny być wyłączone z zabudowy. Jednak w miastach europejskich, w których presja urbanizacji jest duża, dopuszcza się formy zagospodarowania i zabudowy, które nie zwiększają ryzyka powodziowego ani nie blokują przepływu tzw. wielkiej wody. Poprawiają one dostępność i efektywność wykorzystania terenów nadwodnych. Przy sporządzaniu planów miejscowych (mpzp), przydatne byłyby wytyczne do zagospodarowania poszczególnych stref zagrożeń powodziowych, analogiczne do wytycznych brytyjskich zawartych w dokumencie *Planning Policy Statement 25* (DCLG 2009) (rysunki 4 i 5).

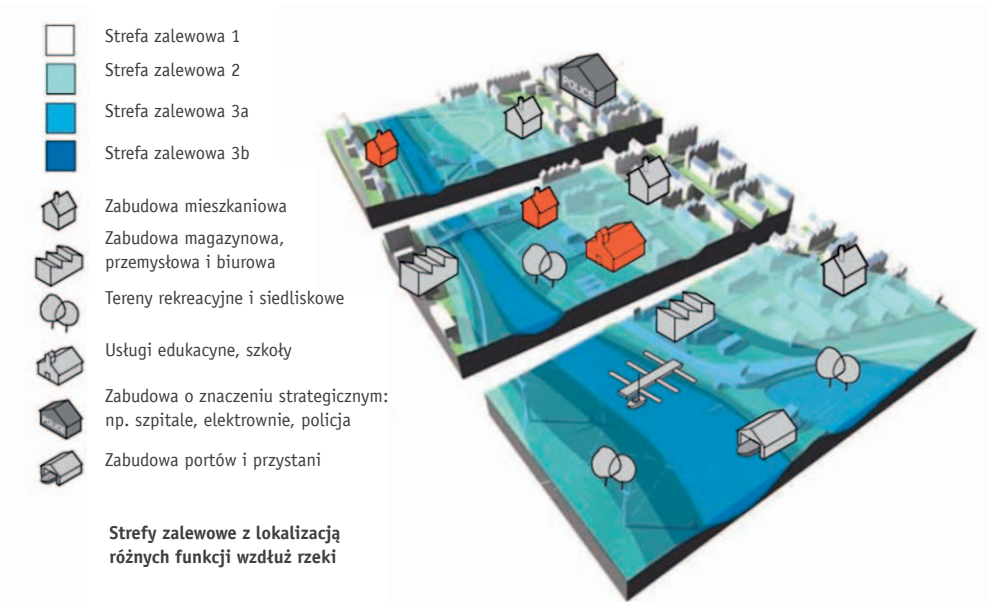
W oparciu o zasięg stref zagrożeń, wrażliwość na zagrożenia powodziowe i ocenę ryzyka powodziowego, można określić szereg szczegółowych wytycznych, m.in. w zakresie: funkcji zabudowy i zagospodarowania terenu; gospodarowania wodami powierzchniowymi i opadowymi; dostępności terenów, komunikacji i transportu; wykorzystania lokalnych zasobów naturalnych (energii i wody), a nawet preferowanych rodzajów konstrukcji budynków.

Z drugiej strony niezwykle istotne jest zachowanie i odtwarzanie ekosystemów wodnych i przyrodnych, a w szczególności różnorodności biologicznej strefy litoralu, która ma kluczowe znaczenie w procesach samooczyszczania wody. Zapisy w dokumentach planistycznych powinny uwzględniać m.in.:

- tworzenie ciągłych systemów parków nadrzecznych w oparciu o układ hydrograficzny (błękitno-zielone sieci);
- zwiększanie pojemności retencyjnej poprzez odtwarzanie mokradeł i rozlewisk, odkrywanie i wydłużanie (meandrowanie) skanalizowanych niegdyś, małych cieków, które są odbiornikami wód opadowych;
- ochronę i kształtowanie stref buforowych wzdłuż cieków (w miastach — o szerokości min. 30 m, na terenach otwartych — 100 m), które umożliwiają podczyszczanie spływów opadowych z terenów zurbanizowanych i rolnych, ekspansję rzeki w okresach wezbrań, tworzenie korytarzy migracyjnych i terenów rekreacji mieszkańców (Januchta-Szostak 2013; Maier i in. 2012).

Klasyfikacja stref powodziowych wg Agencji Środowiskowej	Klasyfikacja funkcji wg wrażliwości na szkody powodziowe	Lokalizacja funkcji w adekwatnych strefach
Strefa zalewowa 1 (niskie prawdopodobieństwo) Obszary o prawdopodobieństwie powodzi niższym niż raz na 1000 lat (0,1%)	Funkcje bardzo wrażliwe takie jak usługi strategiczne dla bezpieczeństwa, powinny być lokowane tylko w strefie 1, natomiast w strefie 2 wyłącznie w wyjątkowych wypadkach.	Strefa 1  Funkcje bardzo wrażliwe
Strefa zalewowa 2 (średnie prawdopodobieństwo) Obszary o prawdopodobieństwie powodzi wyższym niż raz na 1000 lat (0,1%) i niższym niż raz na 100 lat (1%)	Funkcje wrażliwe takie jak zabudowa mieszkaniowa, powinny być lokalizowane w strefie 1 lub 2, w wyjątkowych wypadkach w strefie 3.	Strefa 2  Funkcje wrażliwe wyjątkowo
Strefa zalewowa 3a (wysokie prawdopodobieństwo) Obszary o prawdopodobieństwie powodzi większym niż raz na 100 lat (1%)	Funkcje mniej wrażliwe np. budynki biurowe, administracyjne, handlowe itp. mogą być lokalizowane w strefie 1, 2 i 3a.	Strefa 3a  Funkcje mniej wrażliwe wyjątkowo
Strefa zalewowa 3b (funkcjonalne tereny zalewowe) Zwykle obszary o prawdopodobieństwie zalewania większym niż raz na 20 lat (5%)	Funkcje związane z wodą takie jak zabudowa portów i przystani oraz otwarte tereny rekreacyjne, mogą być brane pod uwagę w strefie 3b.	Strefa 3b  Funkcje związane z wodą

Rysunek 4. Zestawienie funkcji zabudowy i zagospodarowania terenu pod kątem wrażliwości na szkody powodziowe (na podst. DCLG 2009)



Rysunek 5. Strefy zalewowe z lokalizacją różnych funkcji wzdłuż rzeki (Baca Architects i BRE 2009)

Zagospodarowanie wód opadowych w miastach

Powierzchniowe systemy zagospodarowania wód opadowych SUDS/TRIO¹² (Januchta-Szostak 2011) służą redukcji objętości i spowolnieniu odpływu powierzchniowego w miastach. Jednak, jako rozwiązania terenochłonne, są rzadko wdrażane, z uwagi na konieczność uszczuplania terenów inwestycyjnych i brak doświadczeń samorządów lokalnych w zakresie oceny ich efektywności i kosztów utrzymania. Dlatego bardzo ważne jest kompleksowe wykorzystanie takich systemów, nie tylko jako elementów infrastruktury, ale również jako tworzywa architektury i aranżacji krajobrazowych o wysokich walorach estetycznych i funkcjonalnych. Podejście takie przyczynia się bowiem do wzrostu ich społecznej akceptacji i upowszechniania.

Możliwości wdrażania systemów SUDS/TRIO w różnych typach przestrzeni miejskiej zależą od wielu czynników, m.in. od charakteru i funkcji zabudowy, struktury własności i pojemności retencyjnej różnych typów przestrzeni miejskich oraz różnych potrzeb w zakresie zagospodarowania przestrzeni publicznej (tabela 2).

Dzięki holistycznemu podejściu, systemy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych służą poprawie nie tylko sytuacji ekohydrologicznej, ale również ładu przestrzennego i jakości życia w miastach. Dlatego przyczyniają się do realizacji celów strategicznych gospodarki wodnej i urbanistyki. Plany, projekty i programy, takie jak wdrażany w Singapurze *ABC Waters (Active, Beautiful, Clean Waters)*, por. studium przypadku na końcu tego rozdziału) dowodzą, że możliwe jest uzyskanie efektu synergii nawet w środowisku silnie zurbanizowanym. Dobrym przykładem takiego efektu jest też rondo miejskie *Uptown Normal Circle* (Normal, Illinois, Stany Zjednoczone, projekt Hoerr Schaudt), którego aranżację powiązano z systemem zagospodarowania i oczyszczania wód opadowych spływających z ulic (rysunek 6).



Fot. <www.hoerschaudt.com>



Rysunek 6. Rondo miejskie *Uptown Normal Circle* z zastosowaniem systemu zagospodarowania wód opadowych w mieście Normal, Illinois, Stany Zjednoczone (proj. Hoerr Schaudt)

Wykorzystanie systemów SUDS/TRIO w aranżacji budynków i miejsc publicznych, umożliwia powiązanie społecznych oczekiwań wobec jakości przestrzeni miejskich z podnoszeniem efektywności infrastruktury technicznej i walorów ekologicznych miasta. Kulturowy potencjał wody, wyrażający się bogactwem wielozmysłowego oddziaływania i przekazu symbolicznego, stanowi bowiem znakomite tworzywo dla kreowania atrakcyjnych kompozycji w miejscach publicznych. Kompozycje wodne wspomagają kształtowanie pożądanых cech dobrej przestrzeni publicznej (tabela 3).

¹² Zaproponowana przez autorkę polska nazwa zintegrowanych systemów zagospodarowania wód opadowych — TRIO — jest akronimem nazw czterech głównych procesów technologicznych stosowanych w systemach SUDS, czyli: (T) transportowania, (R) retencji, (I) infiltracji i (O) oczyszczania wody deszczowej.

Tabela 2. Możliwości wykorzystania elementów systemu zagospodarowania wód opadowych SUDS/TRIO dla różnych typów przestrzeni miejskiej (na podst. Januchta-Szostak 2011)

Typ przestrzeni miejskiej/typ zabudowy	Współczynnik spływu powierzchniowego	Korzyści wdrażania systemów SUDS/TRIO dla celów publicznych	Propozycje wdrażania systemów SUDS/TRIO	
			Na terenach publicznych	Na terenach prywatnych
Historyczne centra miast zabudowa kwartałowa — bardzo gęsta	0,7 ÷ 0,9	Poprawa estetyki reprezentacyjnych przestrzeni publicznych; integracja mieszkańców, rekreacja, eliminacja spływu w.o. do kanalizacji ogólnospławnej; poprawa warunków wegetacyjnych roślin (zasilenie wód gruntowych), zwiększenie pow. zieleni, poprawa mikroklimatu	Ozdobne kompozycje wodne z recykulacją na placach, retencja w zbiornikach podziemnych (zalecana) i otwartych (ograniczona), infiltracja za pomocą elementów podziemnych (skrzynki rozsączające, rury drenarskie, rigole), wykorzystanie gospodarce wody do celów p/poż., nawadniania zieleni i splukiwania ulic	Ograniczone możliwości zastosowania zielonych dachów (wytyczne konserwatorskie); retencja w cysternach podziemnych, systemy recykulacji, ogrody pionowe; wykorzystanie gospodarce wód do splukiwania budynków i kwartałów zabudowy do splukiwania toalet i nawadniania
Przeźreń śródmiejska zabudowa kwartałowa, wzdłuż ulic zwarta	0,5 ÷ 0,7	Poprawa estetyki przestrzeni publicznej oraz możliwości integracji i rekreacji mieszkańców, zwiększenie pow. zieleni, ograniczenie odpływu powierzchniowego, poprawa mikroklimatu	Jw.; wykorzystanie wszelkich powierzchni zieleni publicznej (skwery) do retencji i infiltracji oraz wprowadzania elementów małej architektury wodnej i wodnych placów zabaw	Zielone dachy i fasady; retencja, infiltracja, oczyszczanie, wykorzystanie gospodarce wód opadowych do splukiwania toalet i nawadniania
Przeźreń osiedli mieszkaniowych w zabudowie jednorodzinnej zabudowa wzdłuż ulic, wolnostojąca i szeregowa, luźna	0,2 ÷ 0,5	Możliwość tworzenia miejsc integracji, placów zabaw i ogrodów deszczowych; ograniczenie odpływu powierzchniowego, zwiększenie powierzchni zieleni publicznej, uspokojenie ruchu kołowego	Wykorzystanie wodnych placów zabaw, ogrodów deszczowych, przyulicznych zatok retencyjno-infiltracyjnych do spowalniania ruchu, integracji i edukacji mieszkańców; niewielkie przestrzenie publiczne — brak możliwości tworzenia parków	Zagospodarowanie wody przede wszystkim na terenach działek; retencja i infiltracja w prywatnych ogrodach, zielone dachy, wykorzystanie wód opadowych do splukiwania toalet, nawadniania ogrodów i prac gospodarczych — oszczędność wody pitnej
Przeźreń osiedli wielorodzinnych zabudowa blokowa, luźna	0,2 ÷ 0,5	Indywidualizacja przestrzeni, wykorzystanie elementów wodnych dla integracji mieszkańców, placów zabaw i ogrodów deszczowych, ograniczenie spływu, uspokojenie ruchu kołowego	Duże możliwości retencji, infiltracji i oczyszczania biologicznego w przestrzeni publicznej z zastosowaniem systemów krajobrazowych, małej architektury wodnej, ścieżek edukacyjnych i placów zabaw	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja przez perforowane powierzchnie parkingów; wykorzystanie gospodarce wód opadowych do nawadniania zieleni osiedlowej
Przeźreń obiektów wielkopowierzchniowych zabudowa przemysłowa, handlowa	0,2 ÷ 0,7	Eliminacja spływu zanieczyszczonych wód opadowych, poprawa atrakcyjności wizualnej i funkcjonalnej, kreacja proekologicznego wizerunku	Niewielkie obszary publiczne, głównie związane z systemem komunikacji — elementy filtracyjne i sedymentacyjne do oczyszczania spływów i neutralizacji zanieczyszczeń; ozdobne kompozycje roślinno-wodne	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja przez perforowane powierzchnie parkingów, elementy filtracyjne i sedymentacyjne; wykorzystanie gospodarce j.w. oraz w układach dekoracyjno-rekreacyjnych
Przeźreń parkowa zabudowa rekreacyjna i pomocnicza	0,0 ÷ 0,1	Poprawa atrakcyjności i walorów edukacyjnych parków; podnoszenie bioróżnorodności, podczyszczanie spływów opadowych i ich infiltracja, zasilenie wód gruntowych	Główne obszary aplikacji funkcji retencyjno-infiltracyjnych; możliwość tworzenia zrównoważonych biotopów o dużych walorach krajobrazowych, społecznych i przyrodniczych; miejsca lokalizacji dużych zbiorników wodnych i aranżacji krajobrazowych, np. mokradła i pól infiltracyjnych	

Tabela 3. Możliwości wykorzystania wody do tworzenia atrakcyjnych przestrzeni publicznych (na podst. Januchta-Szostak 2011)

Kluczowe atrybuty dobrej przestrzeni publicznej	Cele stosowania i pożądane sposoby aranżacji miejsc publicznych z wykorzystaniem elementów wodnych
1. Integracyjność	<ul style="list-style-type: none"> • inspirowanie do aktywnego uczestnictwa w przestrzeni; • aranżacja przestrzenna i wyposażenie miejsca, które umożliwiają nawiązywanie kontaktów między użytkownikami oraz integrację międzypokoleniową; • pobudzanie do kontaktów międzyludzkich, zachęcanie do zabawy, „oswajanie” z wodą; • współodpowiedzialność za funkcjonowanie systemu, łączność sąsiedzka, gospodarność, duma; • budowanie konsensusu społecznego wokół rozwiązań proekologicznych; • współuczestnictwo w tworzeniu i utrzymaniu miejsc publicznych; • tworzenie siedlisk atrakcyjnych dla różnych gatunków zwierząt (możliwość obserwacji i poznawania bioróżnorodności ekosystemów miejskich).
2. Dostępność i ciągłość	<ul style="list-style-type: none"> • fizyczna dostępność miejsc publicznych dla wszystkich użytkowników, również dzieci oraz osób starszych i niepełnosprawnych; • wizualny i fizyczny kontakt z wodą; • ciągłość przywodnych szlaków pieszo-rowerowych; • eksponowanie elementów wodnych w miejscach połączeń tras rekreacyjnych i szlaków komunikacji miejskiej oraz w punktach docelowych; • tworzenie czytelnych wejść na obszar zagospodarowania wód opadowych (np. w parkach), które będą zapraszające, intrygujące i łatwo dostępne; • kompozycyjna ciągłość elementów wodnych (prowadzenie „źródło–ujście”); • powiązanie kierunków spływu wody z osiami kompozycyjnymi przestrzeni publicznych (wizualne prowadzenie użytkownika).
3. Edukacyjność	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystanie symboliki i kompozycyjnych walorów wody do przekazywania treści miejsca, jego znaczenia kulturowego (genius loci); • zagadkowość — intrygowanie, pobudzanie do eksploracji przestrzeni z zapewnieniem zarówno wrażenia przygody, jak i bezpieczeństwa; • nauka poprzez zabawę (edutainment) — wykorzystanie prostych urządzeń hydrotechnicznych (np. mini-jazów, upustów, zastawek, studzienek, pomp, śrub Archimedes, stołów wodnych), możliwość poznawania praw fizyki i hydrauliki poprzez zabawę; budowanie kompozycji, które mogą być modyfikowane przez użytkowników; • wykorzystywanie ekosystemów do aranżowania ścieżek i gier edukacyjnych lub wydarzeń kulturalnych; • wizualna czytelność procesów transportowania, retencji, infiltracji i oczyszczania wody (powierzchniowe systemy zagospodarowania wód opadowych), odzwierciedlanie etapów cyklu hydrologicznego; • wykorzystanie i uwidacznianie procesów oczyszczania wody (wyłapywanie śmieci i neutralizowanie zanieczyszczeń); • kształtowanie świadomości ekologicznej — przekaz informacji o procesach, zasadach działania, znaczeniu ekosystemów wodnych oraz oddziaływaniu na środowisko przyrodnicze i człowieka.
4. Komfort i bezpieczeństwo użytkownika	<ul style="list-style-type: none"> • bezpieczeństwo użytkowania (szczególnie dla dzieci) — bezpieczne ukształtowanie brzegów i dna (stopniowanie), dostosowanie głębokości do sposobów użytkowania; ograniczanie głębokości wody poprzez tworzenie rozlewisk; w przypadku głębokich zbiorników o stromych brzegach — ograniczenie dostępu do wody przez zastosowanie balustrad, murków, relingów lub pasów roślinności; • tworzenie mostków, pomostów i platform do bezpiecznej obserwacji wody, a w płytkich zbiornikach stosowanie np. kamieni lub elementów betonowych, służących jako alternatywne przejścia przez wodę;

Kluczowe atrybuty dobrej przestrzeni publicznej	Cele stosowania i pożądane sposoby aranżacji miejsc publicznych z wykorzystaniem elementów wodnych
4. Komfort i bezpieczeństwo użytkownika (cd.)	<ul style="list-style-type: none"> • aranżacja przestrzenna i wyposażenie miejsca przyjazne dla różnych grup użytkowników (dzieci, osób starszych i niepełnosprawnych); umożliwianie obserwacji i poznawania systemów poprzez tworzenie dogodnych miejsc do siedzenia i oglądania (na murkach, ławkach, pniach, głazach itp.); • zapewnienie właściwego oświetlenia miejsc publicznych (możliwość wykorzystanie efektów odbicia w wodzie); • wykorzystanie pozytywnego oddziaływania psychologicznego i mikroklimatycznego wody; • prostota działania urządzeń wodnych (unikanie rozwiązań skomplikowanych technologicznie), bezawaryjność, łatwość konserwacji; • możliwość obserwacji w czasie deszczu (np. zadaszenia w pobliżu atrakcyjnych elementów systemu) oraz użytkowania w czasie upałów (zacienienie); • wykorzystanie elementów wodnych (np. kurtyny wodne, pasáže roślinne) do redukcji negatywnego oddziaływania środowiska miejskiego (np. ruchu kołowego).
5. Wizerunek miejsca	<ul style="list-style-type: none"> • czystość wody i brzegów; • czytelność układu (prowadzenie, zatrzymanie, hierarchizacja) i spójność z kompozycją przestrzeni publicznej i architektury; • estetyka oprawy architektonicznej (kolorystyka, jakość materiałów i wykonania) — dostosowanie do rangi miejsca, wykorzystanie lokalnych materiałów i technik; • różnicowanie form wodnych i wykorzystanie atutów kompozycji (odbicie, ruch, zmienność, ukształtowanie brzegów itp.), multisensoryczne efekty estetyczne: wizualne, akustyczne, zapachowe, dotykowe; • tworzenie eleganckich, prostych kompozycji, zachowanie umiaru w różnorodności form, faktur i kolorów; • wykorzystanie zmienności poziomów i dynamiki wody w kompozycji; • przekaz symboliczny kompozycji wodnych; • wykorzystanie walorów estetycznych kompozycji roślinnych, towarzyszących elementom wodnym; • urok, powab, tajemniczość, „magia” wody (miejsca magiczne); • tożsamość — podkreślenie specyficznych cech miejsca, nawiązanie do historycznych form, podkreślanie śladu lub odtwarzanie dawnych cieków; • prestiż — podnoszenie rangi miejsc reprezentacyjnych: ekspozycja architektury i sztuki w przestrzeniach publicznych dzięki przedpolu wody; • możliwość organizacji wydarzeń kulturalnych.
6. Atrakcyjność funkcjonalna	<ul style="list-style-type: none"> • wielofunkcyjność aranżacji wodnych i przywodnych (funkcje biocenotyczne, edukacyjne, dekoracyjne, rekreacyjne, izolacyjne, sanitarne itp.), np. wykorzystanie szumu wody dla niwelowania hałasu ulicznego, a pasów roślinności do tworzenia barier wizualnych i sterowania dostępem; • adekwatność form i funkcji w stosunku do rangi i charakteru miejsca publicznego; • możliwość aktywnej rekreacji wodnej i przywodnej (plaże miejskie, kąpiele, łódki/kajaki, wodne place zabaw, wędkowanie itp.); szerokie spektrum aktywności oferowanych przez miejsce publiczne; • przystosowanie do różnych form aktywności ludzi; strefowanie obszarów aktywności (pobudzenie/wyciszenie, integracja/izolacja); • podnoszenie atrakcyjności przestrzeni publicznych w różnych porach roku oraz w niesprzyjających warunkach meteorologicznych (w okresach: deszczu i upałów).

Podsumowanie

Konieczność ochrony środowiska przyrodniczego, a zwłaszcza respektowania praw wody, w obliczu zmian klimatycznych i ciągłej presji urbanizacji — wymaga radykalnej zmiany podejścia do zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych w polskich miastach. Niezbędna jest poprawa integracji planowania przestrzennego z gospodarką wodną w wielu sferach.

W sferze legislacyjno-planistycznej konieczne jest:

- dostosowanie Prawa budowlanego i ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym do wymogów i strategicznych celów wodno-środowiskowych, m.in. zniesienie obowiązku przyłączania nowych inwestycji do zbiorczej kanalizacji deszczowej oraz wprowadzenie narzędzi prawnych wspierających decentralizację systemów zagospodarowania wód opadowych;
- uwzględnianie gospodarki zlewniowej w lokalnych dokumentach planistycznych — obligatoryjne sporządzanie miejskich programów małej retencji lub rozszerzenie zakresu i znaczenia opracowań ekofizjograficznych; uwzględnianie celów wodno-środowiskowych w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy/miasta oraz transponowanie wytycznych na zapisy miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i decyzji o warunkach zabudowy;
- uszczegółowienie zasad planowania przestrzennego na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią. Stworzenie wytycznych na podstawie map zagrożenia i ryzyka powodziowego dla określania warunków zagospodarowania terenu (i ewentualnej zabudowy) w różnych strefach zagrożeń. Uwzględnienie presji urbanizacyjnej z jednej strony i konieczności ochrony ekosystemów i zagwarantowania określonej pojemności retencyjnej z drugiej. Ograniczenie możliwości wydawania pozwo-

leń na budowę w drodze decyzji administracyjnych, szczególnie na terenach zagrożonych powodzią;

- lepsze wykorzystanie ocen oddziaływania na środowisko — uwzględnianie kompensacji utraconej zdolności retencyjnej zlewni miejskich;
- zwiększanie udziału nietechnicznych metod ochrony przed powodzią¹³ poprzez skoordynowane działania planistyczne, prawne i ekonomiczne;
- wdrażanie zintegrowanych metod planowania i projektowania, poprawa integracji międzybranżowej oraz spójności i dostępności danych.

W sferze ekonomicznej konieczne jest:

- wykorzystanie instrumentów ekonomicznych dla motywowania inwestorów do zwiększania powierzchni biologicznie czynnych. Zatrzymywanie i zagospodarowanie wód deszczowych w obrębie posesji, poprzez: wprowadzenie dopłat do instalacji systemów zbierania deszczówki lub zróżnicowanie opłat za odprowadzanie wód opadowych w zależności od: wielkości i poziomu zanieczyszczenia spływów opadowych, wyceny punktowej wartości ekologicznej terenu i zastosowanych rozwiązań retencyjno-infiltracyjnych;
- nakładanie kar za przekroczenie wielkości powierzchni szczelnej w stosunku do określonej w projekcie budowlanym i pozwoleniu na budowę;
- redystrybucja opłaty środowiskowej za odprowadzanie zanieczyszczonych wód opadowych do właścicieli nieruchomości.

W sferze społecznej konieczne jest:

- rozszerzanie działań edukacyjnych i popularyzatorskich poprzez promowanie dobrych praktyk zagospodarowania wód opadowych oraz wspieranie programów edukacji ekologicznej i lokalnych inicjatyw społecznych;
- zagospodarowanie przestrzeni i obiektów publicznych (szczególnie szkół i przedszkoli) w sposób umożliwiający edukację ekologiczną

¹³ W tym: poprawy zdolności retencyjnej zlewni zurbanizowanych, poprzez redukcję dopuszczalnego uszczelnienia powierzchni i wielkości odpływu powierzchniowego z poszczególnych obszarów miejskich, a także podnoszenia pojemności retencyjnej dolin rzecznych (tworzenie nadrzecznych parków buforowych, odtwarzanie starorzeczcy, rozlewisk i mokradel).

poprzez zabawę (np. ścieżki rekreacyjno-edukacyjne, wodne place zabaw, ogrody deszczowe);

- włączanie społeczności lokalnych w proces planowania, realizacji, utrzymania i monitorowania systemów małej retencji i rewitalizacji ekosystemów wodnych;
- wykorzystywanie kulturowego potencjału ekosystemów wodnych i elementów infrastruktury (systemy TRIO) do tworzenia zrównoważonych, wielofunkcyjnych i społecznie atrakcyjnych przestrzeni publicznych (parków, placów, ulic, nadbrzeży i obiektów użyteczności publicznej), dostępnych dla wszystkich użytkowników miasta.

Rola urbanistyki w zarządzaniu wodą obejmuje przede wszystkim koordynację procesów planistycznych. Polega ona na uwzględnianiu m.in. kluczowych celów gospodarki wodnej i przekładaniu

ich na kontrolę stopnia uszczelnienia i sposobów użytkowania terenu. Ważne jest także planowanie „uwrażliwione na wodę” (*water sensitive planning and design*), zarówno w skali całego miasta, jak i poszczególnych dzielnic, osiedli i miejsc publicznych (np. parków, placów czy dolin rzecznych). Rozwiązania architektoniczne poszczególnych budynków i działek powinny umożliwiać zmniejszanie i spowalnianie odpływu powierzchniowego oraz zatrzymywanie, oczyszczanie i wykorzystanie wody w miejscu wystąpienia opadów atmosferycznych. Korzyści wynikające ze zrównoważonego gospodarowania wodą deszczową i proekologicznego zagospodarowania terenów nadwodnych odczuwalne są nie tylko w sferze ekohydrologicznej i krajobrazowej, ale również społecznej i gospodarczej (por. Januchta-Szostak 2012).

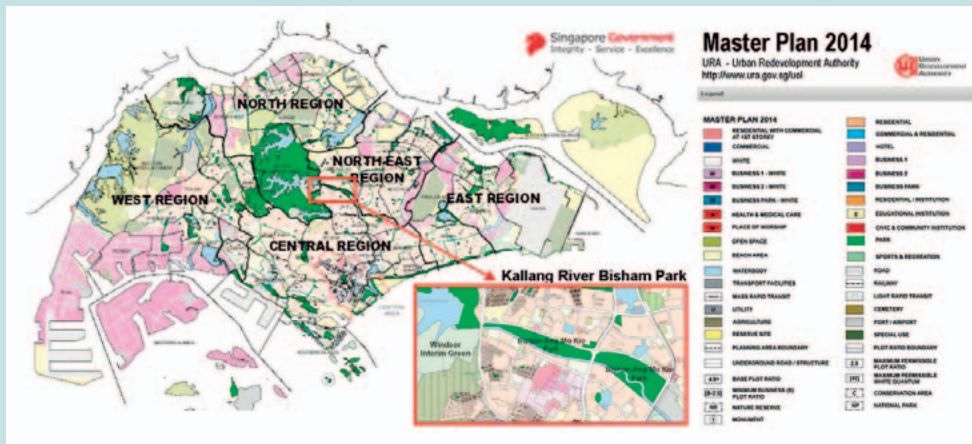
Studium przypadku:

Singapur — integracja planowania przestrzennego z gospodarką wodną

Singapur jest drugim po Monako najgęściej zaludnionym państwem (7 540 osób/km²). Wyspę o powierzchni 572 km² zurbanizowano w 90%. Ma bardzo mało naturalnych terenów otwartych (4,5%) i niewielkie zasoby wodne (rysunek 7). Zużycie wody pitnej w gospodarstwach domowych wynosi obecnie 155 l/dzień na osobę. Woda pitna jest importowana z Malezji, pozyskiwana z opadów, odsalanej wody morskiej lub oczyszczanych ścieków. Przez wiele lat zasoby wód opadowych były marnotrawione, poprzez zbyt szybkie odprowadzanie ich do morza skanalizowanymi rzekami. Problemem było również ich silne zanieczyszczenie i związana z tym degradacja środowiska. Na skutek wysokiego poziomu urbanizacji i intensyfikacji ekstremów pogodowych (deszcze monsunowe, tajfuny), Singapur jest narażony na powodzie miejskie i morskie. Dotkliwie również odczuwa okresy suszy.

Władze Singapuru położyły nacisk na nowe technologie, integrację planowania przestrzennego z gospodarką wodną oraz udział społeczności i biznesu w ochronie zasobów wodnych (3P Approach — „Water for All: Conserve, Value, Enjoy” Programme). Ministerstwo Środowiska i Zasobów Wodnych Singapuru, w porozumieniu z krajową jednostką odpowiedzialną za planowanie

przestrzenne (Urban Redevelopment Authority), wprowadziło szereg programów, które umożliwiły wykorzystywanie wód opadowych w zlewniach miejskich (obecnie obejmują 2/3 pow. kraju) poprzez wdrażanie systemów SUDS, rewitalizację rzek, budowę zbiorników retencyjnych i wykorzystanie „zielonej infrastruktury”. Jednym z takich kluczowych programów jest ABC Waters (*Active, Beautiful, Clean Waters*, 2007–2030), którego celem jest: aktywizacja nadwodnych przestrzeni publicznych, przyciąganie ludzi do wody, wzmacnianie poczucia współodpowiedzialności za środowisko i zasoby wodne (*Active*); upiększanie zbiorników wodnych i terenów zieleni zintegrowane z krajobrazem miejskim, zagospodarowanie wychodzące poza cele przeciwpowodziowe i retencyjne, tworzenie turystycznych i miejskich atrakcji wodnych (*Beautiful*); poprawa jakości wody, edukacja ekologiczna, budowa relacji między mieszkańcami a wodą (*Clean*) (rysunek 8). Realizacja programu obejmowała opracowanie planu gospodarowania wodą zintegrowanego z planem zagospodarowania przestrzennego. Wskazano ponad 100 potencjalnych lokalizacji wdrożeniowych, a także stworzono ramy prawne i zalecenia projektowe, obejmujące m.in. wytyczne do tworzenia ogrodów deszczowych,



Rysunek 7. Singapur — plan miejski 2014



Rysunek 8. Bisham Park nad Rzeką Kallang jest przykładem wdrażania programu ABC Waters



Rysunek 9. Po lewej: Bisham Park z lotu ptaka. Po prawej: przekształcenia Rzeki Kallang — powyżej: betonowe koryto rzeki przed rewitalizacją, poniżej: widok po renaturyzacji doliny

rowów bioretencyjnych, biotopów czyszczących, renaturyzacji rzek i kanałów i podnoszenia bioróżnorodności. Środki na realizację programu pozyskiwane są m.in. z podatków: Water Conservation Tax — podatek na odnowę zasobów wodnych; Waterborne Fee — opłata uzależniona od objętości pobieranej wody; Sanitary Appliance Fee — opłata za odprowadzanie ścieków komunalnych w oparciu o liczbę urządzeń sanitarnych. Instytucją odpowiedzialną za prowadzenie projektów jest Narodowa Agencja Wodna Singapuru (Singapore's National Water Agency).

Jedną z najbardziej spektakularnych inwestycji jest Bishan Park (projekt Atelier Dreiseitl, 2012,

pow. 62 ha), który nie tylko umożliwia retencję opadów monsunowych i zapobiega powodziom, ale również jest atrakcyjnym miejscem wypoczynku mieszkańców i siedliskiem wielu gatunków roślin i zwierząt. Skanalizowany odcinek rzeki Kallang (w postaci betonowego kanału o długości 2,7 km) został zrenaturyzowany i wydłużony do 3,2 km (rysunek 9). Znacznie zwiększono pojemność retencyjną na tym odcinku doliny, a dzięki ożywieniu strefy litoralu wzrosły też możliwości samooczyszczania cieków. Piękna aranżacja krajobrazu, dostępność i walory edukacyjne parku oraz zlokalizowane nieopodal usługi i place zabaw stały się atrakcją dla mieszkańców i turystów.

Literatura

- Baca Architects, BRE, 2009. *Long-term initiatives for flood-risk environments*, London: Crown.
- DCLG (Department for Communities and Local Government), 2009. *Planning Policy Statement 25: Development and flood risk. Practice guide*, London: Crown.
- Januchta-Szostak, A., 2011. *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych*, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Januchta-Szostak, A., 2012. Usługi ekosystemów wodnych w miastach. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 3, s. 91–110.
- Januchta-Szostak, A., 2013. Multifunctional riverside buffer parks — the research on nature-urban revitalisation of river valleys. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 4(5), s. 42–50.
- Kronenberg, J., 2012. Usługi ekosystemów w miastach. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 3, s. 13–30.
- Kundzewicz, Z.W., Gromiec, M., Iwanicki, J., Kindler, J., Matczak, P., 2014. Raport o zagrożeniach związanych z wodą — wprowadzenie. *Nauka*, 1, s. 59–62.
- Maier, W., Bender, E., Bigga, L., red., 2012. *Rzeki w miastach — przestrzenie pełne życia*, Stuttgart: REURIS.

Woda w przestrzeni miejskiej a zdrowie mieszkańców

Izabela Kupryś-Lipińska, Piotr Kuna

Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Iwona Wagner

Uniwersytet Łódzki

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Urbanizacja pozbawia miasto wody i zieleni, a przez to zdrowego środowiska życia mieszkańców. W wybetonowanej przestrzeni ludzie częściej zapadają na choroby naczyniowo-sercowe, otyłość, depresję, chorobę zwyrodnieniową stawów, astmę i alergię. Te ostatnie są w Polsce najpoważniejszym problemem zdrowotnym dzieci i dorosłych do 30. roku życia. Włączenie błękitnej i zielonej infrastruktury do planowania miasta jest jednym z najważniejszych elementów działań profilaktycznych w walce z epidemią chorób cywilizacyjnych. Poprawia ona termikę i wilgotność powietrza, zmniejsza ilość zanieczyszczeń, stymuluje układ immunologiczny człowieka, stwarza warunki do aktywnego spędzania czasu na świeżym powietrzu, a w konsekwencji: zachowania prawidłowej masy ciała, dobrej wydolności fizycznej i optymalnego stanu psychicznego.

Słowa kluczowe: astma, alergię, choroby cywilizacyjne, błękitno-zielona infrastruktura, woda w mieście, uszczelnianie powierzchni

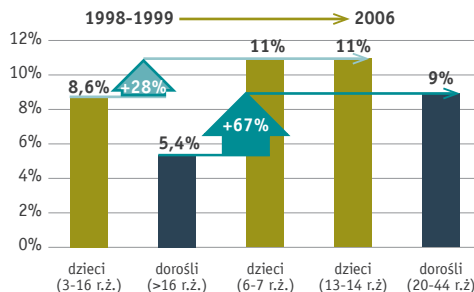
Wprowadzenie

Dane GUS pokazują, że astma i choroby alergiczne stały się w XXI wieku w Polsce najpoważniejszym problemem zdrowotnym dzieci i dorosłych do 30. roku życia. Częstość ich występowania w Polsce znacznie wzrosła w ostatnich latach (rysunek 1). W połowie lat 90. XX wieku w Poznaniu odsetek chorych na astmę dzieci w wieku 13–14 lat sięgał 2%. W latach 2001–2002 chorowało już ponad 5% dzieci. W tym samym czasie w Krakowie odsetek ten wzrósł z 2,3 do 6,8% (Lis i in. 2003). Zatem wzrost ten, w ciągu niespełna 10 lat, był ponad dwukrotny i nastąpił w dużych miastach.

Szczegółowa analiza danych w województwie łódzkim, gdzie występowanie astmy i alergicznego nieżyty nosa utrzymuje się na poziomie zbliżonym do średniej krajowej (Kupryś-Lipińska i in. 2010), pokazała ok. 3-krotne różnice w chorobowości między ściśle zabudowanym centrum miasta, a zielonymi terenami wiejskimi oddalonymi od niego o 18 km (rysunek 2). Zjawisko to potwierdzają również inne badania dotyczące częstości występowania astmy, przeprowadzone w województwie łódzkim na grupie młodzieży szkolnej w wieku 12–16 lat (Majkowska-Wojciechowska i in. 2007).

Urbanizacja a zdrowie

Człowiek żyje w ścisłym związku z przyrodą. Gwałtowne zmiany zachodzące w naturalnym środowisku, wraz z rozwojem cywilizacyjnym, przekraczają zdolności adaptacyjne organizmu i są jedną z głównych przyczyn rozwoju niezakaźnych chorób przewlekłych, zwanych chorobami cywilizacyjnymi. Ryzyko ich rozwoju znacznie wzrasta w wyniku ograniczenia codziennego kontaktu z przyrodą oraz braku konieczności, przestrzeni i motywacji do aktywności fizycznej. Do chorób cywilizacyjnych należą choroby naczyniowo-sercowe, cukrzyca, choroby zwyrodnieniowe stawów, choroby nowotworowe, depresja i inne zaburzenia psychiczne, a także przewlekłe choroby układu oddechowego i alergię. Te ostatnie są w znacznym stopniu skutkiem braku wody i zróżnicowanych zbiorowisk rodzimej roślinności w przestrzeni miejskiej.

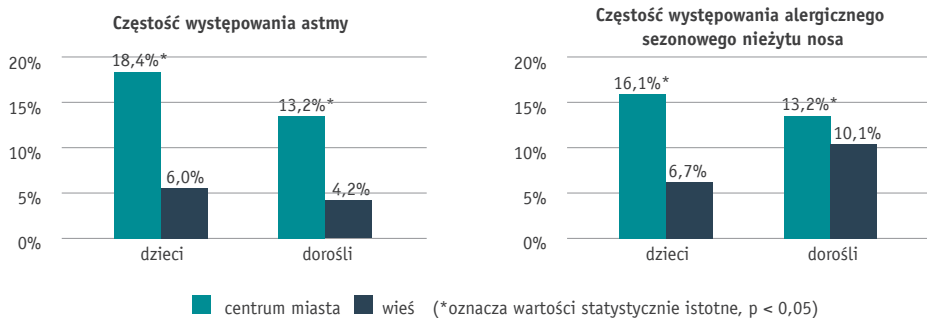


Rysunek 1. Wzrost częstości występowania astmy oskrzelowej w Polsce (na podst. Liebhart i in. 2007; Samoliński i in. 2009)

Osuszanie miasta jest efektem niekontrolowanego rozprzestrzeniania i zagęszczania zabudowy oraz nieproporcjonalnej, w stosunku do infrastruktury zielonej i błękitnej, rozbudowy tzw. szarej infrastruktury (tradycyjnie zaprojektowanej zabudowy, ulic, parkingów, chodników, betonowych lub asfaltowych placów). Każda decyzja o regulacji pozostałych w mieście półnaturalnych rzek lub zbiorników wodnych, o zasypianiu czy skanalizowaniu rowu melioracyjnego lub terenu podmokłego, realizacja inwestycji budowlanej kosztem zieleńca, skweru, parku, łąki lub starego sadu, rozbudowa pasa ulicy lub chodnika kosztem zieleni przyulicznej i tym podobne działania — degradują system przyrodniczy miasta, który stanowi naturalny „nawilżacz” powietrza (o czym pisaliśmy w poprzednim poradniku pt. „Przyroda w mieście. Rozwiązania”). Mogłoby się wydawać, że takie działania mają charakter lokalny, nieistotny dla funkcjonowania całego miasta. Jednak ich powszechne stosowanie zmienia warunki obiegu wody i funkcjonowania zieleni miejskiej i wywołuje poważne skutki dla zdrowia mieszkańców miast. Efekt nadmiernego osuszania miasta jest dodatkowo pogłębiany przez tradycyjną gospodarkę wodną, ukierunkowaną na jak najszybsze odprowadzanie z jego terenu wód opadowych.

Wzrost częstości występowania chorób alergicznych i astmy oskrzelowej

Choroby alergiczne, w tym większość przypadków astmy, są wynikiem nieprawidłowej reakcji układu



Rysunek 2. Porównanie częstości występowania astmy i alergicznego nieżytu nosa w populacji miejskiej i wiejskiej na terenie woj. łódzkiego (na podst. Kupryś-Lipinska i in. 2009)

immunologicznego na obojętne dla zdrowego człowieka i powszechnie występujące w środowisku substancje (zwykle białka), zwane alergenami. Jeszcze na początku XX wieku występowały one rzadko (dotyczyły mniej niż 1% ludności) i były mało znane (Kupryś i Kuna 2003). Jednak w drugiej połowie poprzedniego stulecia, w niektórych społeczeństwach odsetek ten wzrósł nawet do 40%. Obecnie, według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), na alergiczny nieżyt nosa choruje ponad 400 mln, a na astmę oskrzelową ponad 300 mln osób na świecie (Bousquet i in. 2007). Skąd ta zmiana?

Za wzrost zachorowań odpowiedzialnych jest wiele czynników, wśród których istotną rolę odgrywiają czynniki genetyczne. Jednak geny nie są jedyną przyczyną tak gwałtownego i powszechnego wzrostu występowania alergii i astmy na świecie. Zmiany w genomie zachodzą bowiem powoli i potrzeba wielu pokoleń, by zaobserwować ich wpływ na dużych populacjach. Badania epidemiologiczne wykazały natomiast, że kluczową rolę w wywoływaniu chorób alergicznych i astmy odgrywiają czynniki środowiskowe. Działają one na różne sposoby. Po pierwsze, mogą aktywować geny odpowiedzialne za alergię. Po drugie, mogą ułatwiać alergenom kontakt z komórkami układu immunologicznego, uszkadzając naturalną barierę ochrony, jaką jest skóra i śluzówki. Mogą także zwiększać ryzyko zachorowań, poprzez: wzrost stężeń alergenów, wydłużenie okresu ich działania, wprowadzanie do środowiska nowych alergenów

lub zmianę ich alergenicowości (czyli zdolności wywołania odpowiedzi alergicznej).

Niewątpliwie jednym z przejawów zmian w środowisku jest szybki rozwój miast, który w największym stopniu zmienia warunki życia społeczeństw. Ponadto, proces ten dotyczy znacznej liczby ludzi — jeszcze w latach 60.

Badania epidemiologiczne wykazały, że kluczową rolę w wywoływaniu chorób alergicznych i astmy odgrywiają czynniki środowiskowe, w tym te związane z postępującą urbanizacją.

XX wieku tylko 25% ludności świata mieszkało w miastach, obecnie odsetek ten zbliża się do 55%. Dlatego też, przyczyną wzrostu zachorowań poszukuje się wśród czynników związanych z postępowaniem cywilizacyjnym. Badania wykazują, że najwięcej zachorowań na alergię i astmę — nawet do 40% populacji — obserwuje się wśród miesz-

kańców krajów wysokorozwiniętych z tzw. zachodnim stylem życia, zwłaszcza zaś mieszkańców dużych miast. Zachorowań jest tam nawet 15 razy więcej niż w krajach rozwijających się (ISAAC 1998; ECRHS 1996).

Przyczyny wysokiej zapadalności na choroby alergiczne i astmę oskrzelową w miastach

Przyczyny wysokiej zapadalności na choroby cywilizacyjne, w tym na astmę oskrzelową i choroby alergiczne, wśród mieszkańców miast są złożone, ale niewątpliwie urbanizacja je nasila (rysunek 3).

Wyższa temperatura i niższa bioróżnorodność

Miasta zabudowane szarą infrastrukturą i pozbawione zieleni i wody borykają się ze zjawiskiem

miejskiej wyspy ciepła. Zwiększenie ilości powierzchni uszczelnionych, związane z gęstą zabudową i siecią dróg oraz wykorzystanie do ich budowy szybko nagrzewających się materiałów, sprzyja występowaniu ekstremalnie wysokich temperatur w lecie i znacznemu podwyższeniu (w stosunku do terenów podmiejskich) temperatur w zimie. Różnice temperatury w mieście i poza jego granicami osiągają bardzo duże wartości, w zależności od strefy klimatycznej, wielkości miasta, gęstości jego zabudowy, struktury trójwymiarowej i poziomu rozwoju gospodarczego. Badania dla ponad 400 dużych miast na świecie pokazują, że miejska wyspa ciepła średnio rocznie podwyższa temperaturę powietrza o około $1,5 (\pm 1,2)^\circ\text{C}$ w dzień i ok. $1,1 (\pm 0,5)^\circ\text{C}$ w nocy (Peng i in. 2012). Jednak jeśli przyjrzeć się pojedynczym miastom, proces ten jest znacznie bardziej zróżnicowany. Przykładowo, różnica temperatur pomiędzy centrum Łodzi i jej przedmieściami przez większość czasu utrzymuje się na poziomie $2\text{--}4^\circ\text{C}$, okresowo osiąga wartość 8°C , a maksymalna obserwowana różnica osiągnęła nawet 12°C (Kłysik i Fortuniak 1999).

Utrzymujące się wysokie temperatury mogą mieć negatywny skutek dla zdrowia człowieka: powodują obniżone samopoczucie, nasilenie problemów zdrowotnych, a nawet przedwczesną śmierć, szczególnie u osób obciążonych przewlekłymi chorobami naczyniowo-sercowymi i układu oddechowego, a także u niemowląt, małych dzieci, osób w podeszłym wieku, jak również osób wykluczonych społecznie i żyjących samotnie. Najbardziej niebezpieczna sytuacja występuje w czasie gorącego lata w częściach miast pozbawionych zieleni (duże place, parkingi, rozbudowana, pozbawiona zieleni infrastruktura drogowa i mieszkaniowa). W ciągu dnia temperatura może tam osiągać nawet $40\text{--}50^\circ\text{C}$, uniemożliwiając przebywanie i funkcjonowanie w takiej przestrzeni. Szacuje się, że fale upałów w Europie w 2003 r. spowodowały nawet 52 000 przedwczesnych zgonów (EPI 2006). Wystąpiły one w przeważającej części w przegrzanych miastach. Niski udział zielonej i błękitnej infrastruktury w istotny sposób przyczynia się do tego zjawiska, dodatkowo obniżając zdolność adaptowania się miasta do postępujących globalnych zmian klimatu (EEA 2012).

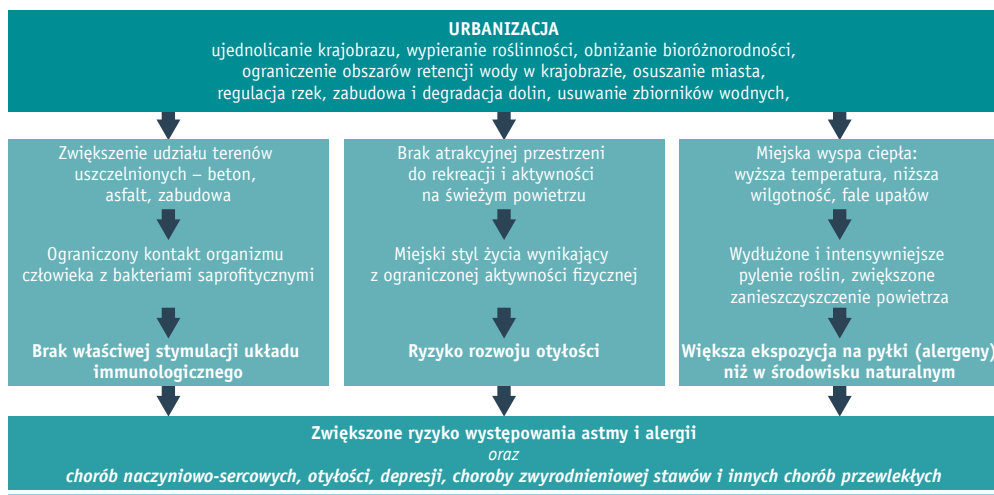
Podwyższona temperatura prowadzi do wcześniejszego początku, wydłużenia okresu i zwiększenia intensywności pylenia roślin, zwłaszcza w zbyt przyrodniczo ujednoliconym systemie przyrodniczym. Jeżeli przestrzeń miejska pozbawiona jest gatunków rodzimych i ma niską bioróżnorodność (jest zagospodarowana np. jednym lub dwoma gatunkami, które występują w dużej ilości na danej przestrzeni), wówczas może nasilać ryzyko wystąpienia choroby. Zastosowanie gatunków alergicznych przy niskiej bioróżnorodności skutkuje ich silniejszym negatywnym oddziaływaniem na organizm ludzki. Trzeba również pamiętać, że podwyższona temperatura zwiększa ekspansję nowych gatunków roślin i szanse przeżycia roślin egzotycznych (często alergicznych), których nie należy stosować w miastach. Te mogą powodować pojawianie się nowych, nienotowanych wcześniej uczuleń (Carinanos i Casares-Porcel 2011).

Niższa wilgotność i zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego

Kolejnym zjawiskiem, związanym z miejską wyspą ciepła, jest obniżona wilgotność powietrza. W Łodzi różnice we względnej wilgotności pomiędzy centrum miasta i jego otoczeniem zazwyczaj sięgają $20\text{--}30\%$, natomiast największe notowane wartości osiągały nawet ok. 40% (Fortuniak i in. 2006).

Wysuszone powietrze w dwojaki sposób oddziałuje na zdrowie człowieka. Po pierwsze, wysusza i uszkadza śluzówki i skórę, ułatwiając bakteriom, wirusom i alergenom negatywne oddziaływanie na organizm. Po drugie, w suchym powietrzu łatwiej unoszą się pyły i zanieczyszczenia, zwiększając ryzyko zachorowań.

Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego nasilają występowanie chorób alergicznych. Wzrost stężenia SO_2 , O_3 i drobnych pyłów (PM10) nasila objawy astmy. Charakterystyczne dla dużych miast wysokorozwiniętych krajów zanieczyszczenia związkami organicznymi — ozonem i tlenkami — sprzyjają rozwojowi alergii. Unoszące się w miastach spaliny samochodowe, w szczególności pochodzące z silników Diesla, również powodują wzrost chorób alergicznych. W Japonii stwierdzono, że (przy zbliżonym stężeniu pyłków cedru w powietrzu atmosferycznym) zapadalność na pyłkowicę była większa u osób mieszkających w pobliżu autostrad



Rysunek 3. Wpływ urbanizacji na zapadalność na astmę oskrzelową i choroby alergiczne oraz inne choroby cywilizacyjne

(Ishizaki i in. 1987). W Niemczech z kolei wykazano, że występowanie pyłkowicy, objawów chorób alergicznych oraz uczulenia na pyłki, roztocze kurzu domowego, alergeny kota i mleko wzrastało wraz z poziomem dwutlenku azotu (NO_2) w powietrzu atmosferycznym (Kramer i in. 2000), który odzwierciedla stopień zanieczyszczenia powietrza spalinami samochodowymi.

Mechanizm szkodliwego działania zanieczyszczeń polega na uszkodzeniu nabłonka dróg oddechowych. Ułatwia to penetrację alergenów i ich kontakt z układem immunologicznym oraz wywołuje stan zapalny w drogach oddechowych. Związki aktywne chemicznie mogą też oddziaływać na same alergeny, zmieniając strukturę białek i tym samym przyczyniając się do wzrostu ich zdolności do indukowania reakcji alergicznej. Ponadto, pod wpływem zanieczyszczeń rośliny mogą produkować białka, które pełnią dla nich funkcję obronną, ale dla człowieka stanowią silne alergeny.

Pozbawienie kontaktu z mikroorganizmami

Badania epidemiologiczne pokazują ścisły związek między zapadalnością na astmę, a rozwojem szarej infrastruktury (Rodriguez i in. 2011). Uszczelnienie powierzchni gruntowych, regulacja rzek, likwidacja terenów zieleni i ekosystemów wodnych obniżają wilgotność środowiska miejskiego. Obniża się więc

również ilość mikroorganizmów w glebie, wodzie i powietrzu, niezdolnych do przeżycia w warunkach miejskiej suszy. W konsekwencji zmienia się skład jakościowy i ilościowy tzw. bioaerozoli, czyli unoszącej się w powietrzu mieszaniny mikroorganizmów i produktów ich rozpadu oraz innych komponentów fauny i flory pochodzących z gleby i wody.

Takie środowisko nie tworzy zdrowych warunków dla mieszkańców miast. Według teorii higienicznej alergii, która też jest główną przyczyną astmy, jest wynikiem zaburzeń funkcjonowania układu immunologicznego. Jego prawidłowy rozwój u dziecka zachodzi w kontakcie z drobnoustrojami chorobotwórczymi. Ograniczenie lub brak takiego kontaktu, wskutek nadmiernie sterylnych warunków życia, jałowej żywności i szerokiego stosowania antybiotyków sprzyja rozwojowi astmy i alergii (Kuna i Kupryś-Lipińska 2010). Nie mniej istotną rolę dla zdrowia człowieka mają mikroorganizmy saprofityczne (bakterie, grzyby). Występują w środowisku zewnętrznym i, ze względu na swą różnorodność i liczbę, mogą mieć kluczowe znaczenie dla rozwoju alergii.

Potwierdzeniem roli bakterii środowiska zewnętrznego dla rozwoju układu immunologicznego są wyniki badań oddziaływania środowiska wiejskiego na częstość występowania alergii i astmy. Pokazują one, że dzieci urodzone w gospodarstwach wiejskich rzadziej zapadają na te choroby (Filipiak i in. 2001),

w szczególności gdy w tych gospodarstwach prowadzona jest hodowla zwierząt, zwiększająca ilość mikroorganizmów w środowisku. Migracja ze wsi do miasta, które jest uboższe mikrobiologicznie, wiąże się ze wzrostem ryzyka zachorowania na choroby alergiczne i astmę oskrzelową do poziomu notowanego u osób urodzonych w mieście, co oznacza silny wpływ czynników związanych z urbanizacją na zdrowie, niezależnie od czasu ich działania w życiu osobniczym.

Miejski styl życia

Gęsta zabudowa miejska, pozbawiona atrakcyjnych przestrzeni zieleni i wody, w powiązaniu z coraz powszechniejszym siedzącym trybem życia i spędzaniem większości czasu w pomieszczeniach zamkniętych, również pogarsza stan zdrowia i ogranicza kontakt z mikroorganizmami żyjącymi w naturalnym środowisku. Osoby mieszkające w domach wielorodzinnych, w porównaniu do osób zamieszkujących w domach jednorodzinnych, mają z nimi znacznie mniejszy kontakt. Jest to prawdopodobnie związane ze zmniejszoną aktywnością poza domem, w porównaniu do osób mieszkających w domach jednorodzinnych lub poza miastem, które mają więcej okazji i możliwości spędzania czasu na świeżym powietrzu. Ograniczenie aktywności fizycznej zwiększa również ryzyko zachorowań na choroby naczyniowo-sercowe (Drygas i in. 2000) oraz otyłości, kolejnej plagi cywilizacyjnej, która ma poważne konsekwencje zdrowotne. Osoby otyłe mają większe ryzyko rozwoju cukrzycy, chorób naczyniowo-sercowych, choroby zwyrodnieniowej stawów, depresji, ale także astmy oskrzelowej. W przypadku astmy efekt ten jest proporcjonalny do wartości wskaźnika masy ciała (*body mass index*, BMI) i u osób z BMI powyżej 25 (nadwagą i otyłością) roczna zachorowalność na astmę wzrasta o ponad 50% w porównaniu do osób z prawidłowym BMI (Beuther i in. 2007).

Błękitna i zielona infrastruktura w kształtowaniu zdrowego miasta

Rozwój miast jest nieuniknioną konsekwencją postępu cywilizacyjnego i jego motorem. Jest korzystny i pożądany pod względem gospodarczym, społecznym i kulturowym. Wyzwaniem natomiast

jest takie ukierunkowanie tego rozwoju, aby pozytywnie oddziaływał na wszystkie obszary życia — również na jakość środowiska przyrodniczego i uzależnione od niego zdrowie człowieka. Temu ma służyć zintegrowane zagospodarowanie miast (por. rozdział o planowaniu strategicznym: Januchta-Szostak w tym tomie; i rozdział o zintegrowanym zarządzaniu: Krauze i Wagner w tym tomie), uwzględniające potrzeby infrastrukturalne rosnącej populacji, ale też jej potrzeby zdrowotne i jakość życia.

Kształtowanie środowiska przyrodniczego w miastach jest szczególnie dużym wyzwaniem. Przestrzeń dla ekosystemów jest bowiem poważnie ograniczona przez silne przekształcenia terenu w wyniku zagęszczenia szarej infrastruktury i intensywnej działalności człowieka. Jednocześnie wysokie ceny gruntów powodują dużą presję na ich szczelną zabudowę. Bezpośrednie konsekwencje to: zaburzenie krążenia wody w krajobrazie, obniżenie (bio)różnorodności systemu przyrodniczego miasta i przerwanie łączności pomiędzy ekosystemami. Te właśnie cechy prowadzą do dysfunkcji systemu przyrodniczego, ograniczając potencjał ekosystemów dla dostarczania usług niezbędnych mieszkańcom miast dla zachowania zdrowia. Działania naprawcze powinny koncentrować się na ich przywróceniu.

Retencja wody w mieście: poprawa wilgotności i jakości powietrza

Retencja wody w mieście jest kluczem dla zdrowego środowiska życia. Można ją zwiększyć przez stosowanie narzędzi planistycznych (większy udział terenów biologicznie czynnych, rozszczelnienia powierzchni, zwiększenie łączności i różnorodności zielonej i błękitnej infrastruktury) i połączyć z najlepszymi praktykami w zagospodarowaniu wód opadowych, rozwiązań ekohydrologicznych i biotechnologii ekosystemowych. W konsekwencji obniża się temperatura, wzrasta nawilżenie powietrza, a także poprawia się jego jakość. Wyniki wielu badań międzynarodowych wskazują, że obniżenie temperatury i podwyższenie wilgotności powietrza powoduje spadek stężenia szkodliwych pyłów. Dotyczy to przede wszystkim stężenia PM₁₀ — mieszaniny cząstek o bardzo małej średnicy (poniżej 10µm), która może zawierać substancje toksyczne, takie jak wielopięścieniowe węglowodory aromatyczne, np. benzo(a)piren, metale

ciężkie oraz dioksyny i furany. Badania przeprowadzone w mieście Drobeta-Turnu Severin w Rumunii pokazały, że obniżenie drażniącego wpływu tych zanieczyszczeń na drogi oddechowe w czasie wilgotnej pogody jest tak istotne, że przekłada się na znacząco mniejszą ilość zgłoszeń do szpitali z powodu zaostrzeń przewlekłych chorób układu oddechowego (Leitte i in. 2009).

Jeżeli zintegrowane zastosowanie systemu zielonej i błękitnej infrastruktury nie jest możliwe, wówczas obecność nawet niewielkiej ilości zieleni na terenach ściśle zabudowanych może lokalnie wywoływać pozytywny efekt, który jest nie do przecenienia dla okolicznych mieszkańców. Pojedyncze duże drzewo może wyparować nawet 500 litrów wody dziennie, działając jak lokalny nawilżacz powietrza. Jednak sama obecność drzew, bez zapewnienia im odpowiedniej ilości wody, nie poprawia mikroklimatu. W obliczu suszy, rośliny przestają bowiem odparowywać ją do atmosfery (Wagner i in. 2013). Konieczne jest zapewnienie strefie korzeniowej drzew niezbędnego dostępu do wody. Można w tym celu wykorzystać zatrzymywaną w przestrzeni miejskiej cenną wodę deszczową.

Obecność roślin poprawia również jakość powietrza. Zdolność filtracji zależy przede wszystkim od powierzchni liści. Dlatego drzewa znacznie wydajniej zatrzymują zanieczyszczenia niż niskie krzewy i trawniki. Luźne, przewiewne skupiska drzew, pozwalające na swobodny przepływ powietrza lub aleje wzdłuż ulic są natomiast bardziej wydajne niż pojedyncze drzewa. Najlepsze efekty osiąga się poprzez wkomponowanie w przestrzeń miejską zróżnicowanych, stopniowanych zespołów roślinności (np. trawnik + krzewy + drzewa). Park może przefiltrować aż do 85% zanieczyszczeń, aleja drzew wzdłuż ulicy do 70% (Bernatczyk 1983).

Zachowanie (bio)różnorodności systemu przyrodniczego: redukcja ilości alergenów i stymulacja układu immunologicznego

Różnorodność jest bardzo ważnym aspektem planowania zielonej i błękitnej infrastruktury w strategii zapobiegania chorobom w miastach. Dotyczy ona różnorodności występujących w mieście gatunków, ekosystemów i form krajobrazu. Różnorodność form przyrodniczych oraz (w miarę możliwości) zachowanie ich naturalnego charakteru, wspierają

odporność systemu przyrodniczego miasta w warunkach stresu i zmieniających się czynników zewnętrznych, np. zmian i anomalii klimatu. Dobrze funkcjonujący system przyrodniczy wspiera z kolei odporność człowieka — zwiększa możliwości regeneracji psychofizycznej w kontakcie z przyrodą, a obecność mikroorganizmów w środowisku stymuluje układ immunologiczny.

W częściach miast, w których dokonuje się nasadzeń, należy zdecydowanie wzmocnić bioróżnorodność i sadzić gatunki rodzime. Dobrą strategią może być zachowanie różnorodności taksonomicznej (różne rodzaje i gatunki), morfologicznej (zróżnicowane rozmiary i kształty) i biologicznej (różne strategie zapylenia i okres pylenia). System przyrodniczy wysokiej jakości opiera się o rodzime — typowe dla danego regionu — gatunki i zespoły roślinne. W polskich miastach zaleca się także, aby sadzić rzadko uczulające drzewa: graby, klony, bzy, świerki, sosny i jaśminy, kasztanowce, jarzębiny, jodły, modrzewie, żeńskie (niepyłące) osobniki topoli, wierzby i jesionu; krzewy, np. irgi, bukszpany, derenie, forsycje, pigwowce, berberydy i głogi, a z roślin pnących: bluszcz pospolity, winobluszcz pięciolistkowy i rdestówkę. Poza dobroczynnym wpływem na zdrowie człowieka, są one również lepiej przystosowane do lokalnych warunków. Mają więc większe szanse na poprawne funkcjonowanie w warunkach stresu miejskiego, gdyż mogą regenerować się z naturalnych puli genowych zbiorowisk roślinnych znajdujących się w otoczeniu miasta.

Zachowanie łączności systemu przyrodniczego: lepsza regeneracja psychofizyczna

Zachowanie łączności systemu przyrodniczego polega na zapewnieniu możliwie równomiernego rozmieszczenia elementów systemu przyrodniczego w obszarze miasta oraz ich fizycznej, przestrzennej łączności. Dotyczy to zarówno półnaturalnych/naturalnych ekosystemów wodnych i lądowych, jak i elementów sztucznych (pełniących funkcje przyrodnicze lub społeczne), takich jak: rozwiązania ekohydrologiczne, rozwiązania strukturalne z zakresu zagospodarowania wód opadowych, zieleń przyuliczna, ogródki działkowe, cmentarze, parki i in. Przykładem takiego podejścia jest opisana w poprzednim poradniku, stworzona dla Łodzi koncepcja „Błękitno-Zielonej Sieci” (Zalewski i in. 2012; Wagner i in. 2013).

Połączenie ekosystemów w „sieć” (system przyrodniczy) sprawia, że funkcjonują znacznie lepiej, niż gdy są od siebie odizolowane. Poprawia się zdolność systemu przyrodniczego do długotrwałego retencjonowania i powolnego uwalniania wody. Lepiej też funkcjonuje w warunkach ekstremalnych, np. w czasie długo utrzymujących się suszy i wysokich temperatur. A to wtedy właśnie wpływ ekosystemów na mikroklimat miasta ma największą wartość dla zdrowia jego mieszkańców.

Zachowanie łączności przyrodniczej jest elementem poprawiającym atrakcyjność przestrzeni miejskiej i dostępność terenów zieleni dla mieszkańców. Stwarza możliwość aktywnego spędzania czasu na świeżym powietrzu i wspomaga wykształcenie potrzeby i nawyku zachowań prozdrowotnych. Zwyczaj wypoczynku poprzez rekreację i uprawianie sportu wspomaga regenerację psychofizyczną i przyczynia się do zachowania prawidłowej masy ciała, dobrej wydolności fizycznej i korzystnego stanu psychicznego. Tym samym zapobiega się występowaniu najczęstszych przewlekłych chorób, związanych z wymuszoną przez urbanizację zmianą stylu życia oraz z wpływami miejskiego środowiska społecznego, takich jak: otyłość, cukrzyca, choroby naczyniowo-sercowe, choroby zwyrodnieniowe stawów, depresja, nerwice, astma i alergia. Połączenie terenów zieleni umożliwia również rozwój alternatywnego transportu, co sprzyja zwiększeniu aktywności fizycznej oraz wiąże się z korzystną dla zdrowia redukcją zanieczyszczeń powstających w wyniku ruchu samochodowego. Dane z Atlanty pokazują, że czasowe zmniejszenie natężenia tego ruchu w związku z olimpiadą o 22,5% przyczyniło się do zmniejszenia liczby przyjęć do szpitala z powodu astmy o 41,6%, choć nie zmieniło liczby przyjęć z powodu innych zdarzeń zdrowotnych (Jackson i Kochitzky 2001).

Literatura

Bernatzky, A., 1983. The effects of trees on the urban climate. W: *Trees in the 21st century*, Berkhamster: Academic Publishers, s. 59–76.

Kapitał przyrodniczy w zrównoważonym rozwoju miasta

W terapii wielu chorób przewlekłych (w tym chorób alergicznych i astmy oskrzelowej) zaleca się obecnie zindywidualizowany plan leczenia dostosowany do potrzeb, możliwości i oczekiwań chorego. Takie podejście przynosi dobre efekty leczenia na poziomie jednostki. Jednak, aby odwrócić niekorzystne tendencje na terenach miejskich, potrzebne są rozwiązania systemowe. Stworzenie prawdziwie przyjaznego zdrowiu ludzkiemu środowiska miejskiego wydaje się jednym z najważniejszych elementów działań profilaktycznych w walce z epidemią nieinfekcyjnych chorób przewlekłych układu oddechowego i wielu innych chorób cywilizacyjnych.

Tworzenie zdrowego środowiska miejskiego jest też fundamentem trwałego i zrównoważonego rozwoju miast, opartego o równomierny rozwój kapitału gospodarczego, społecznego i przyrodniczego. Kapitał przyrodniczy, poza wartością samą w sobie, przyczynia się w tym kontekście również do kształtowania zdrowego społeczeństwa (wzmacnia kapitał społeczny). To z kolei wspiera konkurencyjność, zadowolenie i wyrównanie szans rozwojowych, co w połączeniu z atrakcyjną, zieloną przestrzenią tworzy miasto przyjazne dla inwestorów i pracodawców (wzmocnienie kapitału gospodarczego).

W praktyce z koncepcją kapitału przyrodniczego wiąże się błękitna i zielona infrastruktura. W zintegrowanym planowaniu mogą one stać się elementem spajającym strukturę i funkcje miasta. Warunkiem jest jednak poważne włączenie błękitnej i zielonej infrastruktury do procesu planowania i projektowania oraz procesów inwestycyjnych i rewitalizacyjnych, na równi z infrastrukturą szarą, już na wczesnych jego etapach. Zdrowie przyszłych pokoleń wychowujących się w projektowanych przez nas miastach jest argumentem za takim właśnie podejściem.

Beuther, D.A., Sutherland, E.R., 2007. Overweight, obesity, and incident asthma. a meta-analysis of prospective epidemiologic studies. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 175(7), s. 661–666.

- Bousquet J., Dahl R., Khaltaev N., 2007. Global alliance against chronic respiratory diseases. *Allergy*, 62(3), s. 216–223.
- Carinanos, P., Casares-Porcel, M., 2011. Urban green zones and related pollen allergy: a review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*, 101, s. 205–214.
- Drygas, W., Kostka, T., Jegier, A., Kuński, H., 2000. Long-term effects of different physical activity levels on coronary heart disease risk factors in middle-aged men. *International Journal of Sports Medicine*, 21(4), s. 235–241.
- ECRHS, 1996. Variations in the prevalence of respiratory symptoms, self-reported asthma attacks, and use of asthma medication in the European Community Respiratory Health Survey. *European Respiratory Journal*, 9(4), s. 687–695.
- EEA, 2012. *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union.
- EPI, 2006. Setting the record straight — more than 52,000 Europeans died from heat in summer 2003. Strona internetowa Earth Policy Institute <www.earth-policy.org>.
- Filipiak, B., Heinrich, J., Schafer, T., Ring, J., Wichmann, H.-E., 2001. Farming, rural lifestyle and atopy in adults from southern Germany – results from the MONICA/KORA study Augsburg. *Clinical & Experimental Allergy*, 31(12), s. 1829–1838.
- Fortuniak, K., Klysiak, K., Wibig, J., 2006. Urban–rural contrasts of meteorological parameters in Lodz. *Theoretical and Applied Climatology*, 84(1–3), s. 91–101.
- ISAAC, 1998. Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema. *Lancet*, 351(9111), s. 1225–1232.
- Ishizaki, T., Koizumi, K., Ikemori, R., Ishiyama, Y., Kushibiki, E., 1987. Studies of prevalence of Japanese cedar pollinosis among the residents in a densely cultivated area. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 58(4), s. 265–270.
- Jackson, R.J., Kochtitzky, C., 2001. *Creating a healthy environment: the impact of the built environment on public health*, Washington, D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse.
- Klysiak, K., Fortuniak, K., 1999. Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź, Poland. *Atmospheric Environment*, 33, s. 3885–3895.
- Kramer, U., Koch, T., Ranft, U., Ring, J., Behrendt, H. 2000. Traffic-related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas. *Epidemiology*, 11(1), s. 64–70.
- Kuna, P., Kupryś-Lipińska, I. 2010. Astma oskrzelowa. W: Antczak, A., red., *Pulmonologia cz. II. (Wielka interna)*, Warszawa: Medical Tribune Polska, s. 133–134.
- Kupryś, I., Kuna, P., 2003. Epidemics of allergic diseases: a new health problem in the modern world. *Polski Merkurusz Lekarski*, 14(83), s. 453–455.
- Kupryś-Lipińska, I., Elgalal, A., Kuna, P., 2009. Urban-rural differences in the prevalence of atopic diseases in the general population in Lodz Province (Poland). *Postępy Dermatologii i Alergologii*, XXVI(5), s. 249–256.
- Kupryś-Lipińska, I., Elgalal, A., Kuna, P., 2010. The underdiagnosis and undertreatment of asthma in general population of the Lodz Province (Poland). *Pneumonologia i Alergologia Polska*, 78(1), s. 21–27.
- Leitte, A., M., Petrescu, C., Franck, U. i in., 2009. Respiratory health, effects of ambient air pollution and its modification by air humidity in Drobeta-Turnu Severin, Romania. *Science of the Total Environment*, 407, s. 4004–4011.
- Liebhart, J., Malolepszy, J., Wojtyniak, B. i in., 2007. Polish Multicentre Study of Epidemiology of Allergic Diseases. Prevalence and risk factors for asthma in Poland: results from the PMSEAD study. *Journal of Investigational Allergy and Clinical Immunology*, 17(6), s. 367–374.
- Lis, G., Breborowicz, A., Cichocka-Jarosz, E. i in., 2003. International Study of Asthma and Allergies in Childhood. Increasing prevalence of asthma in school children – ISAAC study (International Study of Asthma and Allergies in Children). *Pneumonologia i Alergologia Polska*, 71(7–8), s. 336–343.
- Majkowska-Wojciechowska, B., Pełka, J., Korzon, L. i in., 2007. Prevalence of allergy, patterns of allergic sensitization and allergy risk factors in rural and urban children. *Allergy*, 62(9), s. 1044–1050.
- Peng, S., Piao, S., Ciais, P. i in., 2012. Surface urban heat island across 419 global big cities. *Environmental Science & Technology*, 46(2), s. 696–703.
- Rodriguez A, Vaca M, Oviedo G. i in., 2011. Urbanisation is associated with prevalence of childhood asthma in diverse, small rural communities in Ecuador. *Thorax*, 66(12), s. 1043–1050.
- Samoliński, B., Sybilski, A. J., Raciborski, F. i in., 2009. Występowanie astmy oskrzelowej u dzieci, młodzieży i młodych dorosłych w Polsce w świetle badania ECAP. *Astma Alergia Immunologia*, 14(1), s. 27–34.
- Wagner, I., Krauze, K., Zalewski, M., 2013. Błękitne aspekty zielonej infrastruktury. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 4, s. 145–155.
- Zalewski M., Wagner I, Fraczak W., Mankiewicz-Boczek J., Parniewki P., 2012. Blue-green city for compensating global climate change. *The Parliament Magazine*, 350, s. 2–3.

Mechanizmy finansowe gospodarowania wodami opadowymi w miastach

Ewa Burszta-Adamiak

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Zarządzanie odpływem wód opadowych wiąże się nie tylko z podejmowaniem decyzji dotyczących rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, ale także z pozyskiwaniem potrzebnych środków finansowych. Stosunkowo nowym źródłem finansowania inwestycji, mających na celu zapewnienie efektywnej gospodarki wodami opadowymi, jest opłata za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do kanalizacji. W Polsce opłata ta stała się przyczyną wielu sporów i protestów społeczeństwa. Część nieporozumień na tym tle wynika z faktu zaniedbywania kampanii informacyjnej kierowanej do mieszkańców oraz niespójności prawa. Jak pokazują doświadczenia zagraniczne: tłumaczenie mieszkańcom celowości wprowadzania opłat, konsekwencji braku ich pobierania, a także pomoc techniczna i finansowa w realizacji przedsięwzięć służących gospodarce wodnej — jest kluczem do sukcesu we wdrożeniu i akceptacji opłat oraz w poprawie funkcjonowania systemów odwodnieniowych w miastach.

Słowa kluczowe: opłaty za korzystanie ze środowiska, opłaty za wody opadowe i roztopowe, uszczelnianie powierzchni, zielone dachy

Wprowadzenie

Opłaty za korzystanie ze środowiska oraz administracyjne kary pieniężne są podstawowym źródłem finansowania inwestycji proekologicznych, w tym związanych z gospodarką wodami opadowymi. Jednak obecnie, jak pokazuje praktyka — przy wzrastających potrzebach w zakresie regulacji spływu wód opadowych, poprawy funkcjonowania systemów kanalizacyjnych oraz polepszenia jakości wód w odbiornikach — środki finansowe przeznaczone na zaspokojenie tych celów są niewystarczające. Z kolei finansowanie odprowadzania wód opadowych i ich oczyszczania w oparciu o wpływy np. z opłat za odprowadzanie i oczyszczanie ścieków bytowo-

gospodarczych lub przychodów ze sprzedaży wody, osiągniętych przez firmy wodociągowo-kanalizacyjne, nie jest możliwe, ponieważ obowiązuje zakaz subsydiowania skrośnego. Sytuacja ta wymusza wprowadzenie autonomicznego systemu finansowania zarządzania wodami deszczowymi. Dlatego coraz większa liczba przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych decyduje się na pobieranie opłat za wody opadowe i roztopowe. Mimo że konieczność ich wprowadzania oraz sposób naliczania są określone w polskim prawie, są to opłaty, które budzą wiele kontrowersji, zarówno prawnych jak i społecznych. Nieporozumienia na tym tle wynikają nie tylko z braku spójności prawa, ale także z zaniedbywania kampanii informacyjnej, która by pozwoliła zrozumieć cel i przeznaczenie pobieranych opłat. Potrzebę edukowania społeczeństwa potwierdzają doświadczenia innych krajów, w tym Stanów Zjednoczonych, Niemiec oraz Danii, w których opłaty za wody opadowe i roztopowe zostały wprowadzone znacznie wcześniej niż w Polsce. Warto, tak jak uczyniono to w Portland w Stanach Zjednoczonych, jednocześnie wdrażać programy promujące i realizujące zrównoważone systemy zagospodarowania wód opadowych. W ich ramach inwestorzy otrzymują niezbędną wiedzę, wsparcie techniczne i finansowe. Dziś podobne programy, tylko na mniejszą skalę, oferują w Polsce niektóre z miast, w tym m.in. Kraków, Gdańsk oraz Warszawa.

Opłaty za korzystanie ze środowiska

Ujmowanie wód opadowych i roztopowych, pochodzących z zanieczyszczonych powierzchni, w systemy kanalizacyjne i wprowadzanie ich następnie do wód lub do ziemi, podlega opłacie ekologicznej związanej z korzystaniem ze środowiska. Zgodnie z zapisami Prawa ochrony środowiska¹, wysokość opłaty w przypadku wód opadowych i roztopowych zależy od wielkości, rodzaju i sposobu zagospodarowania terenu, z którego odprowadzane są wody opadowe lub roztopowe. Stawka liczona jest w zł za rok i za m² zanieczyszczonej powierzchni.

Pobieranie opłat za wody opadowe i roztopowe powinno być połączone z programami promującymi i realizującymi zrównoważone systemy zagospodarowania wód opadowych.

W razie postępowania niezgodnego z warunkami korzystania ze środowiska, ustalonymi w decyzji administracyjnej, podmiot korzystający ze środowiska ponosi administracyjną karę pieniężną. Ten rodzaj kar, obok opłat za korzystanie ze środowiska, stanowi ważny instrument ekonomiczny ochrony wód. Podstawa ich ponoszenia jest zgodna z zapisami ustawy Prawo ochrony środowiska².

Środki, pochodzące z opłat za korzystanie ze środowiska i z kar pieniężnych, stanowią przychody funduszy celowych, finansujących przedsięwzięcia ochrony środowiska i gospodarki wodnej. Funduszami tymi są: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz wojewódzkie, powiatowe i gminne fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej. Opłaty wnosi się na rachunek urzędu marszałkowskiego województwa, na terenie którego następuje korzystanie ze środowiska, podlegające opłacie. Kary pieniężne wpływają natomiast na rachunki wymierzających je wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska.

Opłaty usługowe

Wody opadowe i roztopowe, odprowadzane do urządzeń kanalizacyjnych (kanalizacji ogólnospławnej lub deszczowej), objęte są reżimem

¹ Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.), art. 274 ust. 4 pkt 1.

² Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.), art. 298 ust. 1.

Kluczowe kwestie naliczania opłat za wody opadowe i roztopowe:

- opłata z tytułu odprowadzania wód opadowych i roztopowych nie ma charakteru podatkowego, lecz charakter „ceny” za świadczoną usługę przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne, podobnie jak zaopatrzenie w wodę i odbieranie ścieków sanitarnych;
- wdrożenie opłat za wody opadowe i roztopowe jest procesem długofalowym, wymagającym m.in. ustalenia sposobu zagospodarowania terenu oraz wielkości powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, z której wody opadowe są odprowadzane do kanalizacji deszczowej, dokonania wyceny sieci kanalizacyjnej, przekazania sieci aportem na majątek przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych oraz ustalenia przez radę miejską wysokości opłat;
- niektóre gminy wprowadzają opłatę za wody opadowe i roztopowe z powierzchni dachów, co jest dyskusyjne w świetle przepisów (dach nie jest nawierzchnią trwale związaną z gruntem), natomiast ma to swoje uzasadnienie w kosztach eksploatacyjnych sieci kanalizacyjnych, na podstawie których jest określana wysokość opłat;
- brak naliczania opłat pozbawia przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne źródła dochodów, niezbędnych do realizacji inwestycji w zakresie infrastruktury technicznej. Problem ten, wobec coraz częściej powtarzających się ekstremalnych zdarzeń atmosferycznych (m.in. gwałtowne ulewy), które wymuszają modernizację istniejącej sieci kanalizacji deszczowej, staje się coraz poważniejszy;
- powierzchnie, z których wody opadowe i roztopowe są zagospodarowywane na terenie nieruchomości, np. wprowadzane do gruntu, a nie do miejskiej sieci kanalizacyjnej, nie podlegają opłacie.

prawnym zbiorowego odprowadzania ścieków, regulowanym ustawą z dnia 7 lipca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków, tzw. ustawą zaopatrzeniową³. W dniu 16 sierpnia 2006 r. weszło w życie rozporządzenie Ministra Budownictwa, tzw. rozporządzenie taryfowe⁴, w którym określono sposób kalkulacji cen i stawek za odprowadzania ścieków opadowych i roztopowych. Wprowadzanie w polskich miastach opłat za wody opadowe i roztopowe ma zmotywować odbiorców usług do racjonalnego gospodarowania tymi wodami i do ograniczania ładunków zanieczyszczenia w nich zawartych. Tym samym przyczyni się do zmniejszenia zmian środowiskowych. Opłaty te mają także aspekt inżynierski, gdyż pozwalają na pokrycie części kosztów eksploatacyjnych związanych z odwodnieniem terenu, na zwiększenie przepustowości i rozbudowę istniejącej kanalizacji deszczowej. Umożliwiają też podjęcie działań mających na celu budowę urządzeń podczyszczających ścieki opadowe i roztopowe przed wprowadzeniem do odbiornika (Burszta-Adamiak 2010). Zgodnie z § 2 pkt. 10

rozporządzenia taryfowego, cena za odprowadzone wody opadowe i roztopowe to wielkość wyrażona w jednostkach pieniężnych, którą odbiorca usług jest zobowiązany zapłacić przedsiębiorstwu wodociągowo-kanalizacyjnemu za 1 m³ odprowadzanych ścieków lub za jednostkę miary powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, z której odprowadzane są ścieki opadowe i roztopowe kanalizacją deszczową.

W przypadku istnienia na danym terenie kanalizacji ogólnospławnej, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Budownictwa, koszty odprowadzania ścieków opadowych i roztopowych kanalizacją ogólnospławną stanowią wspólne dla wszystkich taryfowych grup odbiorców usług kanalizacyjnych koszty związane z odprowadzaniem ścieków (Ziemski i Bujny 2013). Opłata za wody opadowe i roztopowe, odprowadzane do systemu kanalizacyjnego, naliczana jest rocznie lub miesięcznie. Określa się ją dla poszczególnych taryfowych grup odbiorców usług, podobnie jak przy zbiorowym zaopatrzeniu w wodę, na podstawie niezbędnych przychodów przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego.

³ Ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz. U. 2001 nr 72 poz. 747 z późn. zm.), art. 1 i 2 pkt. 8c.

⁴ Rozporządzenie w sprawie określania taryf, wniosku o zatwierdzenie taryf oraz warunków rozliczeń za zbiorowe zaopatrzenia w wodę i zbiorowe odprowadzanie ścieków (Dz. U. 2006 nr 127 poz. 886).

Wdrożenie opłat za wody deszczowe na przykładach polskich miast

W Polsce opłaty za wody opadowe i roztopowe zostały wprowadzone po raz pierwszy przez Miejskie Wodociągi i Kanalizację Sp. z o.o. w Pile w 2003 r., choć przygotowania do wdrożenia opłat były prowadzone od 1993 r. Od tamtej pory są one wdrażane sukcesywnie w kolejnych miastach. Obecnie przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne naliczają opłaty m.in. w Ostrowie Wielkopolskim, Nysie,

Bielsku-Białej, Poznaniu, Białej Podlaskiej oraz Bolesławcu. W pozostałych miastach przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne przygotowują się do wdrożenia opłat za wody opadowe, z uwagi na ciążący na nich obowiązek ustawowy. W tabelach 1–2 zestawiono wysokości opłat za wody opadowe i roztopowe w wybranych miastach oraz gminach Polski, a w tabelach 3–4 przedstawiono rodzaje taryfowych grup odbiorców w zależności od przyjętego sposobu naliczania opłat. Z zestawień tych wyraźnie widać, że zarówno wysokość cen, jak i liczba i rodzaj taryfowych grup odbiorców, są bardzo zróżnicowane.

Tabela 1. Wysokość cen za zbiorowe odprowadzanie wód opadowych i roztopowych, w przypadku naliczania opłaty na podstawie m³ odprowadzonych ścieków, z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, obowiązującej na terenie wybranego miasta lub gminy

Miasto/Gmina	Cena netto (min–max) *, zł/m ³	Liczba taryfowych grup odbiorców	Okres obowiązywania taryfy
Miasto Ostrów Wielkopolski	2,76–3,27	4	1.01.2014 do 31.12.2014
Miasto Biała Podlaska	5,89	1	1.04.2013 do 31.03.2014
Miasto Poznań	5,00	3	1.04.2014 do 31.03.2015
Gmina Głogów	2,85–5,08	4	1.01.2014 do 31.12.2014
Gmina Prudnik	1,61–2,20	2	1.07.2013 do 30.06.2014
Gmina Żory	1,82–4,39	5	1.05.2013 do 30.04.2014
Gmina Bolesławiec	2,91	1	1.01.2014 do 31.12.2014
Gmina Siedlce	3,00	1	1.03.2014 do 28.02.2015
Miasto Suwałki	2,60	1	1.01.2014 do 31.12.2014

* Do cen netto należy doliczyć podatek od towarów i usług (8% VAT)

Tabela 2. Wysokość cen za zbiorowe odprowadzanie wód opadowych i roztopowych, w przypadku naliczania opłaty na podstawie m² powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, obowiązującej na terenie wybranego miasta lub gminy

Miasto/Gmina	Cena netto (min–max) *, zł/m ² /rok	Liczba taryfowych grup odbiorców	Okres obowiązywania taryfy
Miasto Wągrowiec	1,65–2,26	2	1.04.2013 do 31.03.2014
Miasto Radom	0,92–1,12	3	1.01.2014 do 31.12.2014
Miasto Tarnobrzeg	3,24	1	1.03.2014 do 28.02.2015
Miasto Elbląg	1,10	1	1.01.2013 do 31.12.2014
Gmina Zawiercie	0,31–0,52	2	1.04.2014 do 31.03.2015
Gmina Czarnków	0,72–0,96	3	1.04.2014 do 31.03.2015
Gminy Bielsko-Biała, Jawor, Wilkowice	4,14–7,06	2	1.01.2014 do 31.12.2014
Gmina Kluczbork	1,08–1,32	4	1.01.2014 do 31.12.2014
Gmina Nysa	0,35–0,65	1 grupa z wyszczególnieniem na 4 kategorie	1.07.2013 do 30.06.2014
Gmina Żory	1,44–3,48	5	1.05.2013 do 30.04.2014
Gmina Koszalin	2,11	1	1.01.2014 do 31.12.2014
Gmina Kędzierzyn Koźle	1,80	1	1.05.2013 do 30.04.2014

* Do cen netto należy doliczyć podatek od towarów i usług (8% VAT)

Tabela 3. Taryfowe grupy odbiorców w wybranych miastach oraz gminach, w których naliczane są opłaty w zł/m³

Miasto/Gmina	Taryfowe grupy odbiorców
Miasto Ostrów Wielkopolski	<ul style="list-style-type: none"> • odbiorcy odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe z terenów przemysłowych, składowych oraz baz transportowych; • odbiorcy odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe z dróg i parkingów o nawierzchni szczelnej; • odbiorcy odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe z parkingów o nawierzchni nieszczelnej o liczbie miejsc parkingowych powyżej 500 samochodów; • odbiorcy odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe z innych powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni.
Miasto Poznań	<ul style="list-style-type: none"> • odbiorcy usług, odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe w sposób bezpośredni lub pośredni do urzędzeń kanalizacji ogólnospławnej z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni (w tym drogi i parkingi), należących do nieruchomości o przeznaczeniu mieszkalnym; • odbiorcy usług, odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe w sposób bezpośredni lub pośredni do urzędzeń kanalizacji ogólnospławnej z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni (w tym drogi i parkingi), należących do nieruchomości o przeznaczeniu sakralnym, miejskich jednostek organizacyjnych, jednostek sfery budżetowej, organizacji społecznych i innych podmiotów niewymienionych w pozostałych grupach; • odbiorcy usług, odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe w sposób bezpośredni lub pośredni do urzędzeń kanalizacji ogólnospławnej z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni (w tym drogi i parkingi), należących do nieruchomości o przeznaczeniu przemysłowym, handlowym, usługowym, składowym, baz transportowych oraz portów i lotnisk.
Gmina Głogów	<ul style="list-style-type: none"> • dostawcy ścieków z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, tj. dróg i ulic krajowych, wojewódzkich oraz pasów drogowych i parkingów przy tych ulicach, parkingów i ciągów komunikacyjnych przy sklepach wielkopowierzchniowych, zatok autobusowych; • dostawcy ścieków z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, tj. dróg i ulic powiatowych i gminnych oraz pasów drogowych i parkingów przy tych ulicach, stacji paliw oraz baz transportowych; • dostawcy ścieków z powierzchni zanieczyszczonej o trwałej nawierzchni, tj. dróg i ulic osiedlowych oraz wewnętrznych, chodników osiedlowych przy drogach osiedlowych, parkingów osiedlowych, placów, parkingów oraz dróg i innych powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni towarzyszącej obiektom usługowym, handlowym, przemysłowym; • dostawcy ścieków z pozostałych powierzchni zanieczyszczonych, niezdefiniowanych w ww. grupach.
Gmina Prudnik	<ul style="list-style-type: none"> • odbiorcy odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe do kanalizacji ogólnospławnej; • odbiorcy odprowadzający ścieki opadowe i roztopowe odprowadzane do kanalizacji deszczowej.

Tabela 4. Taryfowe grupy odbiorców w wybranych miastach oraz gminach, w których naliczane są opłaty w zł/m²

Miasto/Gmina	Taryfowe grupy odbiorców (odbiorcy na terenie, na którym znajdują się:)
Miasto Wągrowiec	<ul style="list-style-type: none"> powierzchnie dróg i parkingów o nawierzchni szczelnej; powierzchnie terenów przemysłowych i składowych oraz baz transportowych.
Miasta Bielsko-Biała, Jawor, Wilkowice	<ul style="list-style-type: none"> gospodarstwa domowe; pozostali odbiorcy.
Gmina Zawiercie	<ul style="list-style-type: none"> powierzchnie terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych (bez dróg i parkingów); drogi i parkingi o trwałej nawierzchni.
Miasto Radom	<ul style="list-style-type: none"> tereny przemysłowe, składowe lub bazy transportowe; drogi i parkingi o nawierzchni szczelnej, w tym także położone na terenach przemysłowych, składowych lub baz transportowych; drogi i parkingi o nawierzchni szczelnej.
Gmina Czarnków	<ul style="list-style-type: none"> powierzchnie dachowe; powierzchnie dróg i parkingów; powierzchnie przemysłowe.
Gmina Kluczbork	<ul style="list-style-type: none"> powierzchnie terenów przemysłowych i składowych oraz baz transportowych; powierzchnie dróg i parkingów o nawierzchni szczelnej, położonych w miastach o gęstości zaludnienia przekraczającej 1 300 osób/km²; powierzchnie dróg i parkingów o nawierzchni szczelnej; powierzchnie terenów o nawierzchni nieszczelnej (gruntowej i żuźlowej).
Gmina Nysa	<ul style="list-style-type: none"> drogi i chodniki bitumiczne; bruki kamienne, klinkierowe i betonowe; bruki j.w., bez zalanych spoin; bruki inne j.w., bez zalanych spoin.
Gmina Żory	<ul style="list-style-type: none"> drogi i parkingi o nawierzchni szczelnej, w tym także położone na terenach przemysłowych, składowych lub baz transportowych; drogi i parkingi o nawierzchni szczelnej, w tym także położone na terenach przemysłowych, składowych lub baz transportowych, którymi włada miasto Żory; drogi i parkingi o nawierzchni szczelnej, w tym także położone na terenach przemysłowych, składowych lub baz transportowych, które są we władaniu podmiotów lub osób innych niż miasto Żory; powierzchnie zanieczyszczone o trwałej nawierzchni, niewymienione w grupie I, II, III, z tym również z budynków i budowli z wyjątkiem budynków i budowli wymienionych w grupie V; powierzchnie dachów budynków mieszkalnych, obiektów sakralnych oraz instytucji charytatywnych.

Przykłady naliczania opłat za wody opadowe i roztopowe w innych krajach

Doświadczenia w naliczaniu opłat za wody opadowe i roztopowe są o wiele bogatsze zagranicą. Wynika to z tego, że ich wdrożenie w wielu przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych zostało zapoczątkowane już w latach 90. XX w.

Opłaty za wody opadowe i roztopowe są naliczane w wielu miastach Stanów Zjednoczonych, Niemiec, Danii oraz Szwecji (Burszta-Adamiak 2010; Burszta-Adamiak i Suligowski 2012).

W Stanach Zjednoczonych praktykowane jest naliczanie opłat za wody opadowe kilkoma metodami. W większości miast Stanów Zjednoczonych ustalenie dla terenów przeznaczonych pod budownictwo mieszkaniowe wysokości opłat, odbywa się w oparciu o tzw. ekwiwalentną jednostkę przeliczeniową (m.in. odpływu, powierzchni zabudowy). Odpowiada ona uśrednionej wartości lub medianie obliczonej na podstawie wielkości nieprzepuszczalnej powierzchni, jaka została ustalona dla wszystkich lub wybranych działek z zabudową jednorodziną, rozmieszczonych na obszarze danego miasta. Odmianą jednostki ekwiwalentnej jest ekwiwalentny akr hydrauliczny (*Equivalent Hydraulic Acres*, EHA) oraz podstawowa jednostka wymiarowa (*Basic Assessment Unit*, BAU). Jednostka EHA odpowiada ustalonej dla wybranych posesji prywatnych średniej wielkości zsumowanych powierzchni przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, przemnożonych przez odpowiednie współczynniki spływu, oraz współczynniki jakości odpływu (podane ogólnie przez zarządcę kanalizacji), charakterystyczne dla danego typu zagospodarowania terenu. Jednostka BAU odpowiada iloczynowi średniej wielkości powierzchni nieprzepuszczalnej, ustalonej dla wybranych posesji miasta, oraz uśrednionego dla tych posesji współczynnika spływu.

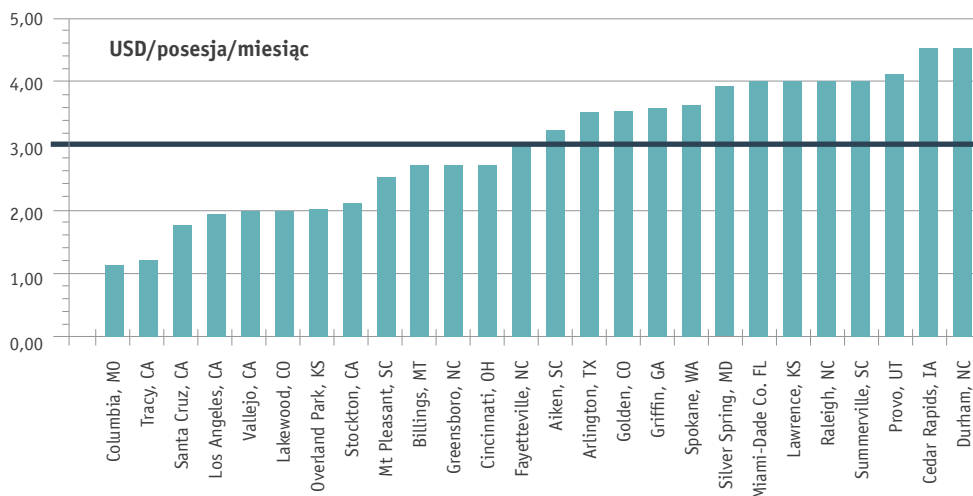
W Stanach Zjednoczonych spotyka się także rozwiązania, które bazują na określeniu wysokości opłat dla ustalonego przedziału wielkości powierzchni nieprzepuszczalnej, znajdującej się na terenach przeznaczonych pod budownictwo

mieszkaniowe (np. za 50–100 m² powierzchni nieprzepuszczalnej na działce budowlanej opłata miesięczna wynosi 2 USD, za 101–150 m² — 2,5 USD itp.). Dodatkowo do opłaty za wody opadowe doliczana jest opłata administracyjna oraz opłata za drogi publiczne, tzw. składnik drogowy. Dodatek ten jest stałą opłatą miesięczną dla każdej posesji.

Jeszcze innym spotykanym sposobem naliczania opłat za wody opadowe jest określenie stałej opłaty za każdy m² powierzchni uszczelnionej i przepuszczalnej w obrębie danej posesji. Opłata za powierzchnię nieprzepuszczalną może być nawet 40 razy wyższa niż dla przepuszczalnej. Wysokość opłat miesięcznych za wody opadowe lub roztopowe, w przeliczeniu na jedną posesję, naliczanych w różnych miastach Stanów Zjednoczonych, przedstawiono na rysunku 1.

W Danii opłata za wody opadowe wynosi 40% całkowitej opłaty, którą mieszkańcy płacą w ramach tzw. opłaty odwodnieniowej (*drainage fees*). W Szwecji opłata za wody opadowe pobierana jest w oparciu o wielkość nieprzepuszczalnej powierzchni, z której wody odprowadzane są do kanalizacji.

W Niemczech w większości landów opłaty za odprowadzanie wód opadowych do kanalizacji deszczowej naliczane są w oparciu o wielkość powierzchni zabudowanej, z której wody spływają do kanalizacji deszczowej. Corocznie ustalana jest kwota za każdy m² tzw. zlewni zredukowanej (zwyerfikowanej powierzchni uszczelnionej, pomnożonej przez współczynnik spływu podany ogólnie przez zarządcę kanalizacji). Innym powszechnie stosowanym na terenie Niemiec sposobem naliczania opłaty za wody opadowe jest tzw. opłata tabelaryczna podstawowa i schodkowa. Pierwsza z nich polega na opłacie ustalonej kwoty za każde rozpoczęte X m² nieprzepuszczalnej powierzchni na posesji (np. w mieście Detmold w zachodniej części Niemiec, w 2008 r. obowiązywała opłata roczna w wysokości 11,25 EUR za każde rozpoczęte 15 m²). Opłata tabelaryczna schodkowa naliczana jest w oparciu o kwotę za ustaloną wielkość powierzchni nieprzepuszczalnej. Po przekroczeniu pierwszego (podstawowego) progu obliczeniowego, następuje wzrost opłaty o stałą wartość przy każdym następnym progu obliczeniowym.



Rysunek 1. Wysokość opłaty miesięcznej za wody opadowe i roztopowe, ponoszonej przez mieszkańców posesji w wybranych miastach Stanów Zjednoczonych. Średnią wysokość opłaty miesięcznej oznaczono linią czerwoną (na podst. UD/WRA 2009)

Opłata tabelaryczna schodkowa funkcjonuje m.in. w mieście Kiel (północne Niemcy). W 2008 r. wysokość opłaty rocznej za wody opadowe i roztopowe ustalono tam na poziomie 33 EUR za pierwsze 60 m² i następnie za każde rozpoczęte 20 m² płacono 11 EUR (Edel 2008).

Partycypacja społeczna

Wprowadzenie nowej opłaty, jaką jest taryfa za zbiorowe odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej, było w Polsce przyczyną wielu sporów i protestów społeczeństwa. Z kolei pracownicy przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych na ogół są przekonani, że sposób ustalania należności jest akceptowalny, rozumiały dla odbiorców oraz w prosty sposób możliwy przez nich do kontrolowania. Tego typu opinie można znaleźć np. na stronie internetowej przedsiębiorstwa w Żorach (przy cenniku taryf za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych). Część nieporozumień na tym tle wynika z faktu zaniedbywania kampanii informacyjnej kierowanej do mieszkańców, która powinna być prowadzona odpowiednio wcześniej

(przed wprowadzeniem opłat za wody opadowe) i w przemyślany sposób (tłumaczenie celowości wprowadzania opłat, możliwości ich obniżenia i konsekwencji niekontrolowanego odprowadzania wód opadowych oraz związanych z tym szkód środowiskowych i strat materialnych).

Wiele kontrowersji wzbudza także, sygnalizowana niejednokrotnie w orzecznictwie i literaturze, niekompatybilność zapisów w powiązanych ze sobą tematycznie aktach prawnych, np. w przypadku opłat za wody opadowe i roztopowe niespójność przepisów dotyczy ustawy zaopatrzeniowej i rozporządzenia taryfowego (Ziemski i Bujny 2013).

W odróżnieniu do Polski, w wielu innych krajach wprowadzenie opłat za wody opadowe poprzedził system szkoleń organizowanych na potrzeby „łagodnego” wprowadzenia opłat (Burszta-Adamiak 2011; Taylor i in. 2007). W początkowej fazie wdrażania opłat za wody opadowe przeprowadzano spotkania z mieszkańcami, odbywały się prezentacje przedstawiające dostępne rozwiązania, przykłady wdrożonych przedsięwzięć oraz możliwości poprawy funkcjonowania systemu odwadniającego danego obszaru. Wszyscy odbiorcy usług otrzymywali informacje za pomocą poczty elektronicznej i ulotek informacyjnych, które były dołączane do rachunków

za wodę i ścieki. Treści tych informacji zawierały wyjaśnienia celowości wprowadzenia opłat za wody opadowe, ich wysokości i sposobu naliczania. Dodatkowo materiały edukacyjne były dostępne dla zainteresowanych mieszkańców w przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych oraz na stronach internetowych poszczególnych miast.

W większości miast zagranicznych praktykowane jest na szeroką skalę wsparcie finansowe inwestycji proekologicznych (Burszta-Adamiak 2009; Doll i in. 1999). Przykładem takiego miasta może być Portland (Stany Zjednoczone), które wdraża wiele projektów promujących systemy funkcjonujące zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju oraz zachęca mieszkańców i władze lokalne do ich stosowania na większą skalę. Jednym z takich przedsięwzięć jest realizacja programu zazielenienia dachów w Portland (Portland's Ecoroofs Program), które nie tylko przyczyniają się do ochrony środowiska, ale i przynoszą oszczędności (szczegółowy opis w studium przypadku na końcu rozdziału).

Finansowe narzędzia motywacyjne stosowane w Polsce

Subwencje są formą wspomagania, która umożliwia realizację inwestycji spełniających wymogi prawne oraz działań edukacyjnych i organizacyjnych, które mają na celu ochronę środowiska, w tym ochronę wód. Są one udzielane na zasadach, które nie wynikają wprost z mechanizmu rynkowego, ale z wytycznych polityki ekologicznej lub realizacji ustalonych programów rządowych. W Polsce subwencjonowanie przedsięwzięć opiera się głównie na środkach przyznawanych przez fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej (Rauba 2008). Finansowo zasilane są wpływami z opłat i kar związanych z wykorzystaniem środowiska. W praktyce stosowane są następujące formy subwencji:

- dotacje i pożyczki z funduszy ochrony środowiska i gospodarki wodnej;
- kredyty z preferencyjnym oprocentowaniem dla inwestycji związanych z ochroną środowiska, np. udzielane przez Bank Ochrony Środowiska;
- dotacje budżetowe.

W tabelach 5–9 przedstawiono przykłady subwencjonowania w zakresie ochrony wód, realizowanego w ramach rozpisanych na 2014 r. programów. Mają one na celu mobilizowanie mieszkańców, przedsiębiorców i jednostek samorządowych do wykonywania urządzeń służących zwiększaniu retencji wodnej w miastach oraz na większą skalę, do ochrony przeciwpowodziowej. Programy wspomagające zagospodarowanie wód opadowych w polskich miastach to wciąż nowość, ale i rzadkość. Pierwsze programy tego typu weszły w życie na drodze uchwały Rady Miast w 2011 r. Dziś takie programy oferują: Sopot, Kraków, Gdańsk oraz Warszawa.

Pomimo możliwości finansowych, jakie stwarzają programy mające na celu poprawę gospodarki wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych, zainteresowanie wykorzystaniem tych środków jest wciąż bardzo małe. Wynika to w głównej mierze z niedostatecznego promowania informacji na temat realizowanych projektów wśród mieszkańców, inwestorów oraz decydentów. Inną przyczyną są obwarowania pewnymi ograniczeniami niektórych z dotacji. I tak np. w Gdańsku o dotację mogą ubiegać się tylko ci inwestorzy, których dotyczy „problem ze spływem”, np. kiedy zalewana jest ich nieruchomość spływami wody z sąsiedniej posesji lub z drogi. Natomiast wsparcie finansowe nie zostanie udzielone mieszkańcom, którzy chcieliby uregulować gospodarkę wodami deszczowymi na swojej działce. Nie dostaną oni dotacji na budowę systemu do retencji lub infiltracji wód opadowych, które pozwalają zagospodarować wody opadowe na miejscu, zamiast odprowadzać je do kanalizacji.

Mała liczba złożonych dotychczas wniosków o finansowanie ze wspomnianych programów pokazuje, że niezbędna jest kampania społeczna, aby mieszkańcy zrozumieli potrzebę stosowania systemów zagospodarowujących lokalnie wody opadowe oraz wiedzieli, na jakiego typu inwestycje otrzymają dofinansowanie. Przykładem, pokazującym jak ważny jest dialog pomiędzy mieszkańcami a decydentami, instytucjami naukowymi oraz administracją publiczną, jest Błękitno-Zielona Sieć w Łodzi. Jej idea powstała w 2008 r. w Europejskim Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO (Wagner i in. 2013). W jej ramach realizowano w 2010 r. projekt FP6 SWITCH „Zrównoważone gospodarowanie wodą

Tabela 5. Program motywujący zastosowany w Krakowie

Teren inwestycji	Miasto Kraków
Tytuł programu	Krakowski program małej retencji wód opadowych (2014)
Podstawa dofinansowania	Uchwała nr LXXX/1223/13 Rady Miasta Krakowa z dnia 28 sierpnia 2013 r.
Cel	Zmniejszenie ilości wody odprowadzanej do kanalizacji deszczowej i odbiorników; zmniejszenie zużycia wody do nawadniania ogrodów i celów gospodarczo-bytowych
Beneficjenci	Mieszkańcy miasta: osoby fizyczne, wspólnoty mieszkaniowe, osoby prawne, przedsiębiorcy, jednostki sektora finansów publicznych będące gminnymi lub powiatowymi osobami prawnymi
Przedmiot finansowania	Dotacja w wysokości 50% (nie więcej niż 5 000 zł) dla mieszkańców na zainstalowanie systemów do gromadzenia i wykorzystania wód opadowych (pokrycie kosztów zakupu i montażu urządzeń wchodzących w skład systemu deszczowego do gromadzenia i wykorzystywania wód deszczowych, a także kosztów modernizacji istniejącej instalacji, w celu umożliwienia podłączenia ww. systemu do gromadzenia wody deszczowej)
Źródło dofinansowania	Budżet miasta, wojewódzki i gminny Fundusz Ochrony Środowiska. Łączna kwota przeznaczona na program wynosi 1 000 000 PLN
Uwagi	Dotacja nie może być wykorzystana na: <ul style="list-style-type: none"> dokumentację sporządzaną w ramach przygotowania zadania (projekt budowlano-wykonawczy montażu instalacji), zadania, których realizacja nie gwarantuje trwałego efektu ekologicznego*.
Źródło informacji	<www.bip.krakow.pl>

* Efekt ekologiczny to objętość zretencjonowanej wody deszczowej wyrażonej w m³

Tabela 6. Program motywujący zastosowany w Gdańsku

Teren inwestycji	Miasto Gdańsk
Tytuł programu	Dotacja celowa na zadania związane z ochroną środowiska i gospodarką wodną
Podstawa dofinansowania	Uchwała Nr XLVII/1051/13 Rady Miasta Gdańska z dnia 16 grudnia 2013 r.
Cel	Zagospodarowanie wód opadowych poprzez ich retencjonowanie i/lub odprowadzanie do gruntu, wód, kanalizacji deszczowej
Beneficjenci	Osoby fizyczne, wspólnoty mieszkaniowe, osoby prawne, przedsiębiorcy
Przedmiot finansowania	Wysokość dotacji ustala się według następujących zasad: <ul style="list-style-type: none"> jednorazowa dotacja w wysokości 100% łącznej wartości wydatków (nie więcej niż 5000 zł dla osób fizycznych); jednorazowa dotacja w wysokości 100% łącznej wartości wydatków (nie więcej niż 10 000 zł dla wspólnot mieszkaniowych, grupy właścicieli nieruchomości, przedsiębiorców, osób prawnych, spółdzielni mieszkaniowych oraz innych podmiotów).
Źródło dofinansowania	Budżet Miasta Gdańska, a także opłaty i kary za korzystanie ze środowiska oraz usuwanie drzew i krzewów
Uwagi	Dotacja przekazywana jest w formie zwrotu udokumentowanych wydatków, związanych z realizacją zadania po jego zakończeniu. Dotacja nie dotyczy infrastruktury technicznej zagospodarowania wód opadowych, wykonanej w ramach inwestycji drogowej, mieszkaniowej, usługowej, przemysłowej
Źródło informacji	<www.gdansk.pl>

Tabela 7. Program motywujący zastosowany w Warszawie

Teren inwestycji	Województwo mazowieckie
Tytuł programu	Budowa, przebudowa i remont urządzeń służących zwiększaniu retencji wodnej jako sposobu zmniejszenia zagrożeń obszarów zurbanizowanych przed powodzią
Podstawa dofinansowania	Program ogłoszony na rok 2014 przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
Cel	<ul style="list-style-type: none"> ochrona terenów przed powodzią i suszą; retencjonowanie wód w celu ograniczenia skutków suszy hydrologicznej; retencjonowanie wód powierzchniowych w celu zmniejszenia fali powodziowej; ochrona przed nadmiernym obniżaniem się poziomu wód gruntowych; zwiększanie zasobów wodnych na terenach rolnych i leśnych.
Beneficjenci	<ul style="list-style-type: none"> jednostki samorządu terytorialnego i jednostki podległe; Lasy Państwowe; Kampinoski Park Narodowy; parki krajobrazowe; jednostki organizacyjne utworzone przez w/w podmioty.
Forma dofinansowania	<ul style="list-style-type: none"> pożyczka oraz dotacja; do 100% kosztów kwalifikowanych zadania; limit dofinansowania w formie dotacji wynosi do 50% kosztów kwalifikowanych zadania, pod warunkiem zaciągnięcia pożyczki stanowiącej przynajmniej 50% kosztów kwalifikowanych zadania.
Źródło dofinansowania	Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
Uwagi	<ul style="list-style-type: none"> warunkiem uzyskania dofinansowania w formie dotacji jest zaciągnięcie pożyczki; realizacja zadania musi odbyć się na terenie województwa mazowieckiego; dofinansowaniu podlega budowa, odbudowa i modernizacja zbiorników wodnych, łącznie z towarzyszącymi budowlami hydrotechnicznymi.
Źródło informacji	< www.wfosigw.pl/strefa-beneficjenta/programy-2014 >

w mieście przyszłości”. Stworzono m.in. sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny rzeki Sokołówki dla doczyszczania wód opadowych. Do poprawy jakości wody wykorzystywane są procesy sedymentacji oraz wychwytywania zanieczyszczeń rozpuszczonych. Zastosowano także szereg innowa-

cyjnych technologii, m.in. w zakresie kształtowania struktury roślinności i zastosowania biodegradowalnych geowłóknin (Wagner i Zalewski 2013). Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci została oficjalnie przyjęta przez Urząd Miasta Łodzi jako część Strategii Zintegrowanego Rozwoju Łodzi 2020+.

Podsumowanie

W ramach obecnie funkcjonującego krajowego systemu finansowania zadań, związanych z gospodarowaniem wodami opadowymi, istnieje możliwość uruchomienia środków na inwestycje proekologiczne. Część z tych środków pochodzi od przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych (opłaty za korzystanie ze środowiska oraz administracyjne kary pieniężne), a część z preferencyjnych pożyczek oraz dotacji udzielanych z budżetu państwa lub funduszy ochrony środowiska. Stosunkowo nowym narzędziem finansowania gospodarki wodno-ściekowej są opłaty za wody opadowe i roztopowe.

W Polsce, do chwili obecnej, tylko niewielka część przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych zdecydowała się na pobieranie tego typu

opłat. Wynika to z niepewności w zakresie postawy prawnej, trudności z ewidencjonowaniem sieci i powierzchni spływu, z potrzeby określenia sprawiedliwego podziału na taryfowe grupy odbiorców oraz z postawy społeczeństwa, które wciąż nie może się pogodzić z ponoszeniem dodatkowych wydatków. Ostatnia z przyczyn pokazuje, jak ważne są kampanie informacyjne, prowadzone z sukcesem w innych krajach. Należałoby je uwzględnić już na etapie wdrażania opłat za wody opadowe i roztopowe odprowadzane siecią kanalizacyjną. Kampania edukacyjna powinna uświadamiać zarówno potrzeby pobierania tego typu opłat, jak i wyjaśniać możliwości ich obniżenia lub wyeliminowania poprzez zagospodarowywanie wód opadowych w zrównoważony i przemyślany sposób.

Studium przypadku:

Program zazieleniania dachów w Portland

Portland, miasto w Stanach Zjednoczonych, jest uznanym liderem w zrównoważonym gospodarowaniu wodami opadowymi. Od wczesnych lat 90. XX w. Biuro Usług Środowiskowych (Portland's Bureau of Environmental Services), wydzielona jednostka urzędu miasta, realizuje wiele projektów. Ich celem jest edukacja społeczeństwa, promocja i wdrażanie rozwiązań uwzględniających lokalną infiltrację oraz retencję w zagospodarowaniu wód opadowych oraz wsparcie techniczne i finansowe inwestycji. Realizacja tych założeń przynosi wymierne korzyści miastu i jego mieszkańcom. Są to m.in.: odciążenie systemów kanalizacyjnych, poprawa jakości wód w odbiornikach, poprawa mikroklimatu oraz wzrost walorów estetycznych najbliższego otoczenia. Jednym z programów realizowanych w ramach zrównoważonego zarządzania wodami opadowymi jest Program zazieleniania dachów w Portland.

W Portland spada rocznie ponad 800 mm deszczu, co daje około 38 mln m³ wody opadowej, którą trzeba zagospodarować. Wysoki stopień uszczelnienia gruntów, będący efektem postępującego procesu urbanizacji (same dachy stanowią 40% powierzchni uszczelnionej w mieście), nie sprzyja naturalnej retencji i infiltracji wód opadowych. Skutkuje to ich szybkim odprowadzeniem do systemów kanalizacyjnych (Liptan i Strecker 2003). Dodatkowo spływ wód opadowych po powierzchniach nieprzepuszczalnych przenosi zanieczyszczenia do rzek, przyczyniając się do pogorszenia jakości wód w odbiornikach. Dlatego podjęto działania mające na celu ograniczenie ilości wód opadowych wprowadzanych do systemów kanalizacyjnych, ograniczenie częstotliwości włączania się przelewów burzowych oraz utrzymanie w dobrym stanie odbiorników końcowych. Jednym z rozwiązań, pozwalających na redukcję odpływu powierzchniowego — są zielone dachy, zwane także ekodachami⁵. Celem programu jest ich promocja (ponieważ zagospoda-

rują one wody opadowe w sposób zrównoważony) oraz zachęcanie mieszkańców do wykonywania tego typu konstrukcji na dachach budynków prywatnych i publicznych.

Promowanie stosowania zielonych dachów odbywa się za pomocą wsparcia finansowego oraz edukacji społeczeństwa. Zachęty finansowe obejmują zniżki w opłatach za wody opadowe (mieszkaniec, który wykona ekodach na budynku, którego jest właścicielem, płaci o 35% niższy rachunek za wody opadowe), dopłaty do każdego m² powierzchni zazielenionej w centrum miasta (2,5 USD/m²) oraz bezzwrotne granty (do 50 USD) za każdy m² zielonego dachu wykonanego na prywatnym lub publicznym budynku.

Miasto dodatkowo zaproponowało deweloperom możliwość zabudowy terenu lub wykonywania budynków o większej liczbie kondygnacji w zamian za spełnienie określonych wymagań dotyczących zazielenienia powierzchni dachu, tzw. Ecoroof Floor Area Ratio Bonus (Chomowicz 2012). I tak w przypadku zazielenienia dachów w 10–30%, deweloperzy otrzymują zgodę na zajęcie dodatkowego 1 m² za każdy 1 m² wykonanego zielonego dachu (stosunek 1:1). Przy zazielenieniu powierzchni w 30–60%, stosunek ten wynosi 2:1, a powyżej 60% — 3:1. Z możliwości tej korzystali głównie inwestorzy realizujący duże inwestycje, takie jak hale przemysłowe, budynki usługowe oraz wielorodzinne.

Wsparcie edukacyjne polega na szerokim rozpowszechnianiu informacji na temat zielonych dachów i korzyści płynących ze stosowania systemów zagospodarowujących wody opadowe lokalnie. Informacje te przekazywane są na oficjalnej stronie internetowej, w czasie organizowanych warsztatów, pokazów publicznych oraz konferencji. Od 2004 r. miasto jest oficjalnym sponsorem konferencji dotyczącej zazieleniania dachów (Greening Rooftop Conference), organizowanej w Portland. Mieszkańcy mogą liczyć

⁵ W Portland zielone dachy nazywane są ekodachami w celu zwrócenia uwagi na fakt, że ze względu na różny dobór roślinności i okresowo możliwą gorszą ich kondycję, np. w okresach suszy, dachy nie zawsze mają kolor zielony. Przedrostek eko- ma także na celu podkreślenie walorów ekonomicznych dachów zielonych.

Rys historyczny programu

- 1996 — wybudowano pierwszy zielony dach w Portland na dachu prywatnego garażu;
- 1999 — zielone dachy uznano oficjalnie za zrównoważone systemy odwadniające miasto;
- 2001 — wprowadzono wsparcie finansowe dla wykonywanych zielonych dachów w centrum miasta;
- 2005 — uchwalono ustawę nakazującą, aby wszystkie dachy budynków, których właścicielem jest miasto, były pokryte zielonymi dachami w co najmniej 70%;
- 2006 — wprowadzono zniżkę w wysokości opłat za wody opadowe dla osób, które wykonały zielone dachy;
- 2008 — rozpoczęto inicjatywę o nazwie „szare na zielone”, obejmującą program grantów na realizację ekodachów.

ze strony specjalistów także na wsparcie techniczne podczas zakładania zielonych dachów.

Na realizację programu w ciągu 5 lat (2008–2013) przeznaczono 6 mln USD. Do głównych osiągnięć można zaliczyć:

- wybudowanie w latach 2008–2013 ponad 400 zielonych dachów o łącznej powierzchni 174 tys. m² (rysunek 2);
- wzrost świadomości społeczeństwa na temat racjonalnego gospodarowania wodą opadową w mieście, co przełożyło się na wzrost zainteresowania ekodachami na terenie Portland, zarówno inwestorów indywidualnych jak instytucjonalnych;
- odciążenie systemów kanalizacyjnych poprzez zatrzymanie ok. 113 tys. m³ wód opadowych rocznie na zielonych dachach.

Wyniki badań, prowadzonych w ramach monitoringu na zrealizowanych zielonych dachach wykazały, że tego typu konstrukcje pozwoliły na retencję wód opadowych średnio w skali roku o 60%. Zielone dachy redukowały także szczytową falę odpływu średnio o 90%. Pozwoliło to na zmniejszenie częstości występowania podtopień w czasie intensywnych

opadów deszczu na terenie miasta. Zielone dachy obniżyły też temperaturę spływów, w porównaniu z wodami opadowymi odpływającymi z tradycyjnych pokryć dachowych w czasie gorących dni. Miało to pozytywny wpływ na kondycję odbiorników naturalnych, także na żyjące w nich ryby i inne żywe istoty.

Korzystając z doświadczeń Portland inne miasta, m.in. New York, Chicago i Los Angeles, wprowadzają sukcesywnie podobne programy środowiskowe. Patrząc na ich dokonania, także kraje europejskie, w tym Polska, coraz częściej biorą pod uwagę zastosowanie zrównoważonych systemów w gospodarowaniu wodą opadową w miastach. Kluczem do sukcesu miasta Portland było niewątpliwie:

- zintegrowanie, w niewielkich odstępach czasowych, kilku programów promujących zrównoważone zagospodarowanie wód opadowych, dzięki czemu założone efekty były widoczne stosunkowo szybko;
- duże zaangażowanie władz lokalnych w realizację celów programu oraz szeroko stosowane konsultacje społeczne, mające na celu wskazywanie preferencji mieszkańców;



Fot. <www.portlandonline.com/bes/ecorooft>

Rysunek 2. Przykłady ekodachów zrealizowanych w Portland

- koordynowanie projektem przez specjalistów z wielu branż, m.in. inżynierów, projektantów, planistów, specjalistów z ochrony środowiska, architektów krajobrazu, których wymiana poglądów pozwalała na wybranie najlepszych rozwiązań dla danej lokalizacji;
- szeroko rozwinięta kampania informacyjna oraz na bieżąco aktualizowana oficjalna strona internetowa programu <www.portlandonline.com/bes/ecorooft>, zawierająca informacje na temat przepisów prawnych, sympozjów, danych technicznych, wykazy specjalistów a także poradniki na temat budowy, doboru materiałów, kosztów związanych z zielonymi dachami itp.;
- wdrażane systemy były obejmowane monitoringiem i badaniami, których wyniki pozwalały na ocenę poprawności ich wykonania i efektywności działania;
- wdrażanie systemów rozpoczynano od realizacji pilotowych projektów. Dzięki temu, wykryte w nich nieprawidłowości mogły być skorygowane w projektach zrównoważonych systemów wykonywanych na większą skalę.

Literatura

- Burszta-Adamiak, E., 2009. Opłaty za wody opadowe — doświadczenia polskie i zagraniczne. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 3, s. 15–18.
- Burszta-Adamiak, E., 2010. Narzędzia motywacyjne dla poprawy gospodarki wodami opadowymi. *Przegląd Komunalny*, 4(223), s. 79–81.
- Burszta-Adamiak, E., 2011. Wody opadowe — edukacja i motywacja społeczeństwa. *Wodociągi i Kanalizacja*, 5(87), s. 84–88.
- Burszta-Adamiak, E., Suligowski, Z., 2012. Funkcjonowanie przedsiębiorstw kanalizacyjnych w Polsce. W: Bolt, A., Burszta-Adamiak, E., Gudelis-Taraszkiewicz, K., Suligowski, Z., Tuszyńska, A., red. *Kanalizacja. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja*, Warszawa: Wydawnictwo Seidel-Przywecki, s. 27–138.
- Chomowicz, A., 2012. Ecorooft in Portland. W: *Proceedings of 49th International Making Cities Livable Conference. True Urbanism: Planning Healthy Communities for All & exhibit on Successful Designs for Healthy Inclusive Communities*. Portland.
- Doll, A., Scodari, P.F., Lindsey, G., 1999. Credit as economic for on-site stormwater management issues and examples. W: *Proceedings of the U.S. Environmental Protection Agency National Conference on Retrofit Opportunities for Water Resource Protection in Urban Environments*, Chicago, s. 13–117.
- Edel, R., 2008. Opłaty za wody opadowe w Niemczech. W: Łomotowski, J., red., *Problemy zagospodarowania wód opadowych*, Wrocław: Wydawnictwo Seidel-Przywecki, s. 103–113.
- Liptan, T., Strecker, E., 2003. Ecorooft (greenroofs) — a more sustainable infrastructure, W: *Proceedings of National Conference on Urban Storm Water: Enhancing programs at the local level*, Chicago, Cincinnati: U.S. EPA, s. 198–214.
- Raub, E., 2008. Instrumenty ekonomiczne ochrony wód. W: Cygler, M., Miłaszewski, R., red., *Materiały do studiowania ekonomiki zaopatrzenia w wodę i ochrony wód*, Białystok: Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, s. 168–181.
- UD/WRA (University of Delaware, Water Resources Agency), 2009. *Stormwater Utility Feasibility Report. Stormwater is drinking water in Newark*, Newark, Delaware: City of Newark.
- Taylor, A., Curnow, R., Fletcher, T., Lewis, J., 2007. Education campaigns to reduce stormwater pollution in commercial areas: Do they work? *Journal of Environmental Management*, 84, s. 323–335.
- Wagner, I., Krauze, K., Zalewski, M., 2013. Błękitne aspekty zielonej infrastruktury. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 4, s. 144–155.
- Wagner, I., Zalewski, M., 2013. Błękitno-Zielona Sieć — poprawa jakości życia w miastach w obliczu zmian klimatu. *Panorama*, 4, s. 9–12.
- Ziemski, K.M., Bujny, J., 2013. Kontrowersyjne opłaty za deszcz i śnieg. *Przegląd Komunalny*, 12, s. 68–70.

Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową, w mieście? Narzędzia techniczne

Iwona Wagner

Uniwersytet Łódzki

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Kinga Krauze

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Obszar przemysłowy Dahlwitz-Hoppegarten, leżący na wschód od Berlina, przed 1990 rokiem miał powierzchnię 40 ha. Przy maksymalnych opadach odpływało z niego do strumienia Wernergraben 360 litrów wody na sekundę. Po roku 1990 teren miał zostać rozbudowany o kolejnych 120 ha. Według pozwolenia, całkowity odpływ z rozbudowanego terenu mógł wynieść tylko 400 l/s. Tak więc połączony obszar, czterokrotnie większy od pierwotnego, mógł odprowadzać zaledwie ok. 10% więcej wody. Cel ten udało się osiągnąć, dzięki zastosowaniu najlepszych praktyk w zagospodarowaniu wód opadowych. Dodatkowo poprawiła się jakość wody w rzece, teren przemysłowy zyskał na estetyce, a koszty zagospodarowania wód opadowych były o 25% niższe niż w systemie konwencjonalnym. Przez ostatnich 15–20 lat, zagospodarowanie wód opadowych w miejscu ich wystąpienia stało się standardową procedurą w miejskich zlewniach w Niemczech.

Słowa kluczowe: błękitna i zielona infrastruktura, zagospodarowanie wód opadowych, infiltracja, retencja

Wprowadzenie: zagospodarowanie wód opadowych w miejscu ich wystąpienia

Nowy sposób myślenia

Opad jest podstawowym źródłem wody w mieście i początkiem wielu pozytywnych procesów w jego przestrzeni. Oczyszcza powietrze, łagodzi klimat, poprawia warunki życia mieszkańców. Dzięki niemu, w silnie zmienionym środowisku miasta, może funkcjonować zieleń i małe ekosystemy wodne, kształtujące zdrowe środowisko życia dla ludzi. Dobrze zaplanowane tereny zieleni zapobiegają z kolei powodziom i miejskiej suszy, stanowią przestrzeń dla bezpiecznego gromadzenia wody opadowej (Wagner i in. 2013).

Zarządzanie wodami opadowymi jest jednocześnie jednym z podstawowych wyzwań dla większości współczesnych miast, których zabudowa stale się zagęszcza. W konsekwencji mieszkańcy zostają pozbawieni terenów biologicznie czynnych — zieleni i wody. Nadmiar wody, na powierzchni szczelnie pokrytej „szarą” infrastrukturą (ulice, chodniki, parkingi, budynki, place miejskie, utwardzona i zdegradowana gleba), nie może wsiąkać. Podczas deszczu lub roztopów woda płynie po powierzchni gruntu, powodując paraliżujące miasto podtopienia i powodzie. W tradycyjnej gospodarce wodnej, zapobiegać im miały systemy kanalizacji ogólnospławnej i deszczowej. Jednak w praktyce często potęgują one problem. Podczas intensywnych opadów woda deszczowa nie nadąza odpływać przeciążonymi kolektorami deszczowymi i podtapia ulice. Może też tworzyć cofki, wybijając w innych częściach miasta. Jednak, nawet jeśli wodę uda się skutecznie odprowadzić z miasta, pojawiają się negatywne efekty, w postaci suszy miejskiej. Dochodzi do obniżania poziomu wód powierzchniowych i gruntowych, nasilania efektu miejskiej wyspy ciepła, pogarszania się funkcjonowania terenów zieleni i warunków życia ludzi (por. rozdział o związkach wody i zdrowia ludzkiego: Kupryś-Lipińska i in. w tym tomie).

Alternatywą dla gospodarki tradycyjnej jest zintegrowane zarządzanie wodami opadowymi (deszczowymi i roztopowymi), oparte o techniki zagospodarowania opadu w miejscu jego wystąpienia. Celem nie jest tu jak najszybsze odprowadzenie wody z miasta, lecz jej zatrzymanie (retencja) w miejscu, na które spada lub jego najbliższej okolicy. Woda jest następnie stopniowo uwalniana w okresie pogody suchej (lub po przejściu zagrożenia powodziowego), przede wszystkim poprzez parowanie i infiltrację, a w mniejszym stopniu przez odpływ powierzchniowy i do systemów kanalizacji. Potrzebna jest tu więc zmiana sposobu myślenia o mieście. Od przekonania o konieczności jego odwadniania (woda jako zagrożenie), w kierunku zrozumienia korzyści wynikających z kontrolowanego nawadniania miasta (woda jako zasób — element niezbędny dla kształtowania wysokiej jakości życia).

Koncepcje i rozwiązania stosowane na świecie

Do światowej czołówki, jeżeli chodzi o wiedzę techniczną, wdrażanie, formułowanie wytycznych, narzędzi prawnych, organizacyjnych i ekonomicznych dla zagospodarowania wód opadowych w miejscu ich wystąpienia, należą Stany Zjednoczone, Kanada, Australia i Nowa Zelandia. Kraje te stosują najlepsze praktyki już od 50 lat. Stały one, znacznie wcześniej niż Europa, w obliczu problemów wywoływanych przez intensywną urbanizację, powodzie i susze. W Europie największe doświadczenie posiadają Niemcy, kraje skandynawskie, Wielka Brytania i Francja.

Nowe sposoby zagospodarowania wód opadowych i roztopowych opisywane są przez różne koncepcje (ramka) i rozwiązania, które posiadają szereg cech wspólnych:

- uznanie znaczenia wody jako podstawy sprawnie funkcjonującego systemu przyrodniczego, zapewniającego szereg korzyści mieszkańcom miast (usługi ekosystemów);

Potrzebna jest zmiana sposobu myślenia — z konieczności odwadniania miasta (woda jako zagrożenie) w kierunku zrozumienia korzyści wynikających z kontrolowanego zatrzymania wody w mieście (woda jako zasób).

- akceptacja obecności wody w mieście i zaplanowanie specjalnie przeznaczonych dla niej przestrzeni;
- stosowanie rozwiązań technicznych (konstrukcyjnych), wspomagających rozproszoną infiltrację i retencję wód opadowych w zlewni miejskiej oraz ich doczyszczanie;
- możliwość stosowania najlepszych praktyk w zagospodarowaniu wód opadowych indywidualnie lub w połączeniu z metodami tradycyjnymi (kanalizacją ogólnospławną lub deszczową);
- możliwość połączenia zagospodarowania wód opadowych z architekturą miejską i krajobrazu oraz z systemem przyrodniczym miasta.

Stosowanie najlepszych praktyk zapewnia szereg korzyści, takich jak:

- uniknięcie lub zminimalizowanie powodzi i suszy miejskiej i ich skutków;
- możliwość stworzenia zintegrowanego systemu infrastrukturalnego (szara, zielona i błękitna infrastruktura), który będzie elastyczny wobec zmiennych warunków (klimatycznych, rozwoju przestrzennego miasta, zmian demograficznych i gospodarczych);
- oczyszczanie wód opadowych i ograniczanie przemieszczania się zanieczyszczeń;
- zmniejszenie presji na odbiorniki wód — ograniczanie ilości zanieczyszczeń i stresu hydraulicznego, powodowanego przez systemy kanalizacji (zagospodarowanie opadu w miejscu jego wystąpienia obniża przepływ maksymalny, zmniejsza gwałtowność wezbrania, wydłuża czas jego trwania, podwyższa przepływ minimalny i poziom wód gruntowych);
- odciążenie i lepsze funkcjonowanie kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej w warunkach ekstremalnych;
- obniżenie kosztów zarządzania wodami opadowymi i innych kosztów funkcjonowania miasta (np. nawadnianie terenów zielonych, obniżenie opłat za korzystanie ze środowiska, obniżenie strat powodziowych);
- zapewnianie korzyści społecznych, wynikających z usług ekosystemów oraz wielofunkcyjnej przestrzeni (zastosowanie rozwiązań zrównoważonych na określonym terenie po-

Koncepcje zagospodarowania wód deszczowych i opadowych

Zabudowa o niskim oddziaływaniu na środowisko (*Low Impact Development, LID*). Koncepcja, która powstała w Stanach Zjednoczonych, polega na takim planowaniu przestrzennym nowych i rewitalizowanych terenów miejskich, które uwzględni specyfikę krajobrazu (np. ukształtowanie, budowę geologiczną, obecność ekosystemów wodnych i lądowych) jako ramy dla rozwoju przestrzeni miejskiej. Takie podejście ogranicza negatywny wpływ zabudowy na funkcjonowanie nowo zagospodarowanej i sąsiadujących przestrzeni oraz systemu przyrodniczego. Opad wykorzystywany jest w miejscu jego wystąpienia, w oparciu o retencję krajobrazową, wspomaganą rozwiązaniami technicznymi.

Planowanie miasta ukierunkowane na wodę (*Water Sensitive Urban Design, WSUD*). Jest to opracowany w Australii system interdyscyplinarnej współpracy pomiędzy specjalistami z zakresu gospodarki wodnej, architektury, planowania przestrzennego i ochrony środowiska. Dotyczy wszystkich elementów miejskiego cyklu wodnego (opad, zaopatrzenie w wodę, odprowadzanie ścieków, ekosystemy wodne) i łączy ich funkcjonalność z zasadami urbanistyki. Jego celem jest upodobnienie miejskiego obiegu wody (zwłaszcza wód opadowych) do obiegu naturalnego. Por. przykład Mordialloc Industrial Precinct wśród dobrych praktyk zamieszczonych na końcu poradnika.

System zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych (*Sustainable Urban Drainage Systems, SUDS*). Obejmuje rozwiązania techniczne odprowadzające wody opadowe z miasta, które są jednak bardziej przyjazne środowisku niż tradycyjne rozwiązania inżynierskie. Połączenie wielu działań minimalizuje zanieczyszczenia i stres hydrauliczny rzek i jezior. Koncepcja powstała w Wielkiej Brytanii. Por. przykład SUDS for Schools Project wśród dobrych praktyk zamieszczonych na końcu poradnika.

Najlepsze praktyki w zagospodarowaniu wód opadowych (*Best Management Practices, BMPs*). Obejmują działania strukturalne, retencjonujące opad i usuwające zanieczyszczenia, oraz niestrukuralne, ograniczające odpływ powierzchniowy i powstawanie zanieczyszczeń. Rozwiązania techniczne, proponowane przez BMPs, są elementem wszystkich przedstawionych tu koncepcji, stąd często dla opisanego zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych używa się określenia „najlepsze praktyki” lub BMPs.

zwała na jego wykorzystanie jako parku, terenu rekreacji, edukacji, a nawet boiska czy placu miejskiego. Zrenaturyzowana rzeka może mieć nie tylko większą pojemność retencyjną, ale stać się atrakcyjnym miejscem spędzania wolnego czasu).

Zielona i błękitna infrastruktura, ekohydrologia

Komisja Europejska (KE 2013) określa zieloną infrastrukturę jako strategicznie zaplanowaną sieć obszarów przyrodniczych, zaprojektowaną i zarządzaną w sposób mający zapewnić szeroką gamę usług ekosystemów. Komisja wspomina również o błękitnej infrastrukturze, która dotyczy ekosystemów wodnych (rzek i ich dolin, jezior, sztucznych zbiorników lub terenów podmokłych). Oba połączone systemy — zielony i błękitny — są ważnym narzędziem w naturalnej retencji i oczyszczaniu wód opadowych. Zielona infrastruktura ma szczególne znaczenie w krajobrazie miasta (ekosystemach lądowych), gdzie służy poprawie warunków krążenia wody oraz wsparciu funkcjonowania „szarej” infrastruktury, w tym odciążeniu kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej.

Zielona i błękitna infrastruktura ściśle współpracują ze sobą: roślinność jest biologicznym zbiornikiem wody, woda zaś jest niezbędna dla wzrostu roślinności. Dostrzeżenie takiej funkcjonalnej spójności wpisuje się w założenia koncepcji ekohydrologii (Zalewski 2011). Opiera się ona na zrozumieniu wzajemnych zależności pomiędzy procesami hydrologicznymi (takimi jak: opad, infiltracja, odpływ, intercepcja, parowanie, przepływ rzeczny, retencja wody) oraz ekologicznymi (takimi jak: biologiczne, fizyczne i chemiczne procesy obiegu materii, transpiracja, biodegradacja, produkcja pierwotna, denitryfikacja). W praktyce te zależności są wykorzystane do zarządzania środowiskiem, w tym środowiskiem miejskim (Wagner

i Breil 2013). Regulacja ekohydrologiczna wzmacnia i optymalizuje działanie zielonej i błękitnej infrastruktury, co ma znaczną wartość zwłaszcza w silnie zabudowanych terenach miejskich, gdzie chcemy uzyskać spodziewany efekt (np. wysoką retencję wody, wysoką wydajność oczyszczania) na niewielkim terenie. Przykładowo, dobór gatunków drzew o wyższym współczynniku transpiracji¹ może efektywniej łagodzić mikroklimat miasta. Działania ekohydrologiczne mogą być łączone z miejską infrastrukturą (hydro)techniczną. Takie połączenie umożliwia kontrolowanie parametrów hydrologicznych, np. prędkości i kierunku przepływu wody, które pomogą regulować, między innymi, przebieg procesu sedymentacji i tempo oczyszczania wody lub wzmocnią/ograniczą wzrost określonych gatunków roślin w ekosystemach wodnych.

Proponowane metody regulacji przepływu wody i materii (np. biogenów, czyli składników odżywczych, oraz zanieczyszczeń) w krajobrazie miejskim wspomagają funkcje tradycyjnie pełnione w miastach przez infrastrukturę szarą (np. oczyszczanie wody lub zapobieganie powodziom). Z tej perspektywy ekosystemy i ich usługi stają się ważnymi narzędziami w zarządzaniu miastem. Dodatkową zaletą jest obniżenie kosztów wdrożenia, utrzymania i funkcjonowania systemów miejskich, aktywnie wykorzystujących zieloną i błękitną infrastrukturę (EPA 2007; por. też rozdział o zintegrowanym zarządzaniu: Krauze i Wagner w tym tomie).

Działania strukturalne

Działania strukturalne w zakresie najlepszych praktyk zagospodarowania wód opadowych obejmują rozwiązania konstrukcyjne, wspomagające rozproszoną infiltrację i retencję wód opadowych w zlewni miejskiej oraz ich doczyszczanie. W praktyce obejmują budowę urządzeń oraz działania inwestycyjne lub okołoinwestycyjne, takie jak: budowa, rozbudowa, przebudowa i adaptacja

¹ Ilość wyparowanej wody, której roślina potrzebuje do wyprodukowania określonej ilości biomasy.

infrastruktury szarej (np. zielone dachy, zmiana profilu ulic, doprojektowanie zieleni lub powierzchni przepuszczalnych).

Istnieje wiele klasyfikacji rozwiązań strukturalnych. W tym opracowaniu, posiłkując się klasyfikacją zaproponowaną przez projekt europejski DayWater i wytyczne Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych, wyodrębniliśmy: powierzchnie przepuszczalne, pasy roślinności buforowej oraz urządzenia do infiltracji i retencji wód opadowych. Niektóre opracowania oddzielnie opisują systemy ich podczyszczania, znajdujące się tuż przy dopływie do odbiorników.

Dobór rozwiązań i urządzeń strukturalnych jest podyktowany przede wszystkim ilością odpływającej z danego terenu wody oraz możliwością jej retencjonowania. Zależą one od zagospodarowania i fizjografii zlewni i charakterystyki opadu. Zagospodarowanie zlewni dotyczy przede wszystkim gęstości zabudowy danego terenu i terenów przyległych, obecności i usytuowania terenów zieleni, przebiegu i obciążenia sieci kanalizacyjnej i obecności infrastruktury podziemnej. Fizjografia terenu to głównie jego nachylenie (decydujące o prędkości formowania się i wielkości spływu powierzchniowego), budowa geologiczna i warunki gruntowe (określające moż-

liwość naturalnej infiltracji), obecność cieków i stosunki wodne oraz ogólne warunki klimatyczne. Charakterystyka opadu atmosferycznego, stanowiąca podstawę dla wymiarowania urządzeń strukturalnych, w praktyce inżynierskiej na ogół obejmuje intensywność i wysokość opadu. Właściwe oszacowanie wielkości opadu, który trafi do urządzeń retencjonujących lub infiltrujących wodę opadową, pozwala uniknąć podtopienia terenu. Dla bezpieczeństwa można zaprojektować przelewy awaryjne, które w wypadku wystąpienia takiego zagrożenia pozwolą bezpiecznie odprowadzić nadmiar wody do kanalizacji. Wymiarowanie kanalizacji i urządzeń strukturalnych w dobrych praktykach w zlew-

niach miejskich napotyka na wiele wyzwań. Są one, wraz z metodyką wymiarowania, szeroko opisane w dostępnej na rynku polskim literaturze (np. Edel 2010; Geiger i Dreiseitl 1999; Królikowska i Królikowski 2012). Opracowania te zawierają również szczegółowe opisy, wytyczne techniczne i warunki doboru przedstawionych poniżej rozwiązań strukturalnych.

W centrach miast można stosować takie rozwiązania, jak zielone dachy lub urządzenia do retencji podziemnej. Zgromadzoną wodę można następnie wykorzystywać np. do podlewania zieleni lub zasilania fontann miejskich. Infiltracja w obszarach ściśle zabudowanych napotyka na ogół na przeszkody techniczne (fundamenty budynków, infrastruktura podziemna) i może być stosowana w szczególnych obiektach (np. stadiony lub parki). Poza ścisłym centrum miast, a także na jego obrzeżach, można stosować urzą-

Zagospodarowanie wód opadowych pozostawia wiele przestrzeni na wyobraźnię i kreatywność architektów i planistów oraz pozwala łączyć na wiele sposobów proponowane rozwiązania z elementami architektury i tkanką miejską. Najważniejszym warunkiem jest takie ich stosowanie, aby tworzona przestrzeń była bezpieczna dla wszystkich jej użytkowników.

ządzenia infiltracyjne, które często są łączone z powierzchniami przepuszczalnymi, zielenią, a nawet z wysokimi drzewami. Mała retencja może być stosowana w parkach, łączona z zieleńcami miejskimi i małą architekturą. Znacznie więcej możliwości stwarzają obszary znajdujące się na obrzeżach miast. Tutaj można swobodnie stosować infiltrację i retencję powierzchniową, zarówno

w połączeniu z otwartą przestrzenią publiczną i obszarami rekreacji, jak i w przestrzeni prywatnej. W przypadku nowych inwestycji, zagospodarowanie opadu w miejscu jego wystąpienia pozwala zaoszczędzić na kosztach infrastruktury kanalizacyjnej. Poprawia także jakość i atrakcyjność tych obszarów. W praktyce, zagospodarowanie wód opadowych pozostawia wiele przestrzeni na wyobraźnię i kreatywność architektów i planistów oraz pozwala łączyć na wiele sposobów proponowane rozwiązania z elementami architektury i tkanką miejską. Najważniejszym warunkiem jest takie ich stosowanie, aby tworzona przestrzeń była bezpieczna dla wszystkich jej użytkowników.

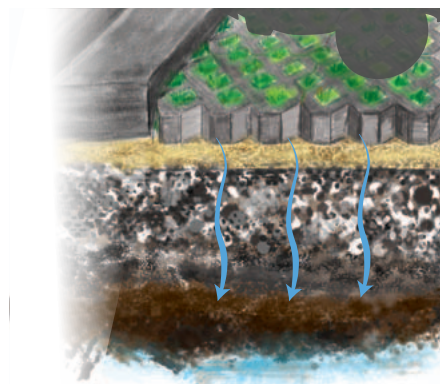
Poniżej znajdują się przykłady rozwiązań zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych, które najefektywniej przyczyniają się do poprawy mikroklimatu i systemu przyrodniczego miasta.

Powierzchnie przepuszczalne

Przepuszczalne chodniki, asfalt i kraty trawnikowe

Najwięcej problemów z niekontrolowanym spływem powierzchniowym sprawiają duże i pozabawione roślinności powierzchnie, np. parkingi,

drogi, chodniki. Często nie da się wykorzystać tu zielonej infrastruktury. Do ich konstrukcji można jednak stosować materiały umożliwiające infiltrację wody, tj. przepuszczalne chodniki i asfalt. Zastosowanie betonowych kratownic lub wykonanych z tworzywa sztucznego ażurowych krat trawnikowych umożliwia dodatkowo wzrost trawy w wolnych przestrzeniach (rysunek 1). Powierzchnie przepuszczalne lokalizuje się na podłożu umożliwiającym dalsze wsiąkanie wody, np. na drenażu zbudowanym z naturalnego materiału (tłucznia, piasku, żwiru, kamieni) lub na skrzynkach infiltracyjnych.



Fot. Chesapeake Stormwater Network

Rysunek 1. Przepuszczalne powierzchnie — schemat przedstawiający betonowe kratownice porośnięte trawą na drenażu i woda przepływająca przez warstwę przepuszczalnego podłoża

Pasy roślinności buforowej

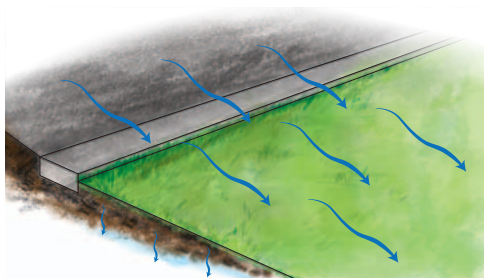
Zielone dachy i ściany

Zwiększanie powierzchni biologicznie czynnej, polegające na zachowaniu lub powiększaniu powierzchni terenów zieleni (np. trawników, skwerów, zieleńców, zieleni przyulicznej i innych), jest ważnym działaniem dla odtworzenia cyklu wody w mieście. W strategię tę, zwłaszcza na terenach silnie zabudowanych, wpisują się obsadzone roślinami, na odpowiednio przygotowanych podłożach, zielone dachy i ściany (Każmierczak 2013). W zależności od konstrukcji i intensywności deszczu, zielone dachy mogą zatrzymać nawet całość spadającego na nie opadu. Inne korzyści to np. izolacja termiczna budynków, zwiększenie parowania, zwiększenie terenu biologicznie czynnego i bioróżnorodności,

wykorzystanie dachu jako dodatkowej przestrzeni dla mieszkańców. Zielone ściany również regulują temperaturę, poprawiają termoizolację i estetykę budynków, a ich roślinność może być zasilana wodą opadową.

Trawiaste pasy buforowe

W terenach o luźniejszej zabudowie, zwłaszcza w sąsiedztwie dróg, dobrze sprawdzają się trawiaste pasy buforowe. Są to lekko nachylone i porośnięte trawą powierzchnie, stymulujące powolny, poziomy i boczny spływ wód opadowych z przyległych terenów (rysunek 2). Skuteczne usuwanie zawieszin stałych i związanych z nimi zanieczyszczeń sprawia, że pasy roślinności buforowej są często stosowane jako obszary podczyszczające i ochrona dla kolejnych rozwiązań (np. niecek).



Fot. Clemson University

Rysunek 2. Trawiaste pasy buforowe wzdłuż ciągów komunikacyjnych — schemat i przykład zastosowania w połączeniu z niecką chłonną i mostkiem dla przechodniów w Aiken, Stany Zjednoczone

Wyprofilowanie ulic i zielonej infrastruktury

Aby tereny zielone (i urządzenia infiltrujące) mogły przechwytywać wodę opadową z ulic i chodników, muszą być usytuowane poniżej cią-

gów komunikacyjnych. Woda odpływa wówczas swobodnie przez obniżenie części krawężnika, które stanowi najprostszą formę odwodnienia ulicy (rysunek 3).



Fot. Kevin Robert Perry, City of Portland

Rysunek 3. Obniżenie krawężnika pozwala na odpływ wody z ulic i chodników. Na zdjęciu — woda odpływająca z ulicy NE Siskiyou w Portland, Oregon, Stany Zjednoczone

Urządzenia do infiltracji wód opadowych

Urządzenia do infiltracji wód opadowych stosuje się w miejscach, w których podłoże charakteryzuje się wystarczającą przepuszczalnością, a zwiększenie udziału powierzchni biologicznie czynnych lub przepuszczalnych nie jest możliwe lub, mimo ich zastosowania, istnieje potrzeba zagospodarowania większej ilości wody. Woda dopływająca do takich urządzeń z zasady opuszcza je infiltrując do gruntu. Inne sposoby odprowadzania wody (np. odpływ do kanalizacji lub bezpośrednio do rzeki) pełnią funkcję przelewów awaryjnych, wykorzystywanych w przypadku przepełnienia.

Niecki chłonne

Porośnięte roślinnością obniżenia terenu, o wysokim wskaźniku przenikania wody do gleby i małej prędkości przepływu ($<0,15$ m/s), to niecki chłonne. W idealnych warunkach powinny je cechować małe nachylenie oraz przepuszczalne gleby. Infiltrację można wspomóc przez dodatkowe warstwy infiltracyjne. Skuteczność usuwania zanieczyszczeń w nieckach chłonnych jest wysoka. Dlatego można je stosować jako urządzenia podczyszczające wodę, zanim zostanie ona skierowana do innych obszarów zielonej i błękitnej infrastruktury. Wprowadzenie progów piętrzących zwiększa zdolność retencji, sedimentację i infiltrację oraz obniża tempo odpływu wody. Niecki chłonne mogą być lokalizowane na terenach o różnym stopniu zabudowy (rysunek 4). Ich nieregularny kształt i zróżnicowana głębokość wspierają różnorodną roślinność.



Fot. <greenworkspc.com>

Rysunek 4. Niecka chłonna na terenie otwartym (schemat) i silnie zabudowanym (zdjęcie), która poza funkcją retencyjną stanowi główny element architektury krajobrazu na osiedlu w Portland

Zbiorniki chłonne

Rozwiązanie o podobnej charakterystyce i działaniu jak niecka chłonna, lecz większe, głębsze i stosowane do odwadniania większych powierzchni (powyżej 1 ha), to zbiornik chłonny (rysunek 5). Stosuje się je na obszarach o różnym stopniu zabudowy i przy

odwadnianiu dróg, przede wszystkim autostrad. Jeżeli pozwala na to jakość doprowadzonych do nich wód, mogą pełnić dodatkowe funkcje krajobrazowe i rekreacyjne. W zlewniach o znacznym udziale zawieszin, poddanie dopływającej wody wstępnej sedymentacji zapobiega kolmatacji ich dna w czasie eksploatacji.



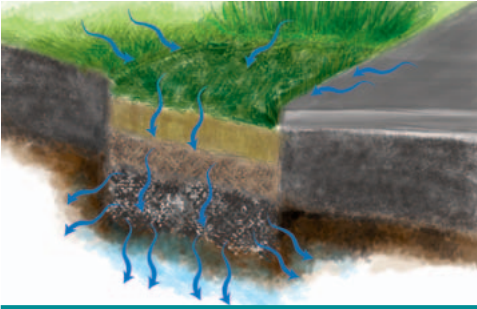
Fot. <www.sudswales.com>

Rysunek 5. Zbiornik chłonny wykorzystywany w czasie pogody suchej jako teren rekreacyjny (schemat) i odbierający wodę z terenu ulic i parkingu

Studnie chłonne

Na szczelnie zabudowanych terenach, gdzie nie ma możliwości zatrzymania wody na powierzchni, można ją infiltrować podpowierzchniowo. Na rynku jest wiele dostępnych, gotowych produktów z tworzyw sztucznych do podziemnej retencji i infiltracji. Alternatywą dla nich jest tzw. studnia chłonna, która może być wykonana mniejszym nakładem kosztów (rysunek 6). Jest to wypełniona materiałem infiltracyjnym i przykryta

głębią, kamieniami lub innym pokryciem studnia, odbierająca wody z okolicznych powierzchni uszczelnionych. Może zajmować powierzchnię dziesiątek metrów kwadratowych, jednakże najczęściej jest ona niewielka (<4 m²), a jej głębokość nie przekracza 2 m. Wyłożenie dna studni geowłókniną oddziela przyległą głębię od materiału wypełniającego i zapobiega osuwaniu się gleby. Infiltracja następuje przez dno lub dno i boki studni.



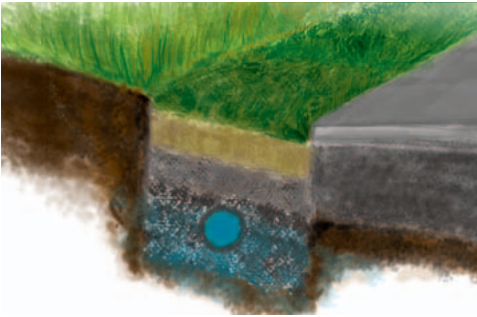
Fot. J. Coleby-Williams

Rysunek 6. Przekrój przez studnię chłonną (Burszta-Adamiak, 2011) i studnia chłonna w przydomowym ogrodzie w Bellis, Wynnum Queensland w Australii.

Rowy chłonne i rowy trawiaste

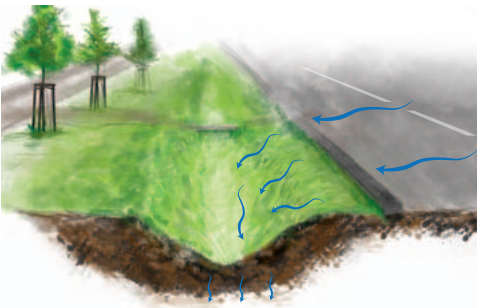
Liniowym urządzeniem infiltracyjnym (budowanym np. wzdłuż drogi) jest rów chłonny, czasem zwany rigolą (rysunek 7). Wypełnia go, jak i studnię chłonną, materiał infiltracyjny. Pokryty jest kamieniami, luźną kostką lub porośnięty roślinnością. Woda opadowa przesącza się do gleby lub perforowanej rury, a jej nadmiar może być kierowany do

tradycyjnego przelewu. Często stosowaną alternatywą dla tradycyjnego betonowego rowu odprowadzającego jest rów trawiasty — trójkątny w przekroju rów o łagodnych stokach (zwykle nachylenie 1:3 od strony drogi, 1:3–1:5 od strony zewnętrznej), w którym gromadzona woda opadowa jest częściowo infiltrowana, a częściowo powierzchniowo odprowadzana dalej (rysunek 8).



Fot. <www.esr.temple.edu>

Rysunek 7. Przekrój przez rów infiltracyjny (schemat) i rów infiltracyjny koło szpitala Einstein w East Norriton, w Pensylwanii, w Stanach Zjednoczonych



Fot. <expo2010.freiburg.de>

Rysunek 8. Rów trawiasty wzdłuż torów tramwajowych w centrum miasta, Fryburg, Niemcy

Zadrzewione muldy i rigole

Rozwiązaniem, integrującym retencję podziemną z wysoką zielenią (np. przyuliczną), są zadrzewione muldy lub rigole. W obszarach silnie zabudowanych drzewa mogą również pobierać i odparowywać wodę bezpośrednio ze specjalnie do tego celu dostosowanych systemów retencji podziemnej. W każdym

z tych przypadków, pas zadrzewień jest połączony spójnym podziemnym systemem retencyjnym, infiltracyjnym lub retencyjno-infiltracyjnym, umożliwiającym przepływ zgromadzonej wody pomiędzy roślinami (rysunek 9). W razie intensywnych opadów, nadmiar deszczówki może być przechwytywany przez tradycyjne systemy kanalizacji.



Fot. SvR Design Company

Rysunek 9. Przykład zieleni przyulicznej połączonej z systemem infiltracyjnym, kaskada roślinności zasilana wodą z dachów, Maynard Avenue Green Street, Seattle, Waszyngton, Stany Zjednoczone

Urządzenia do powierzchniowej retencji wód opadowych

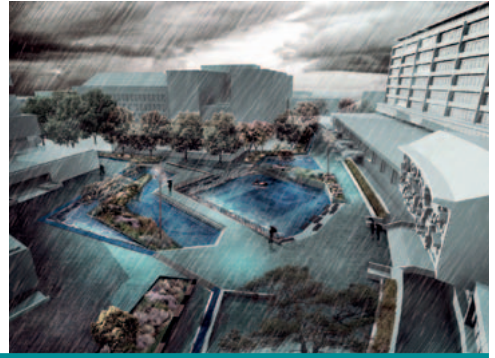
Urządzenia do retencji to systemy czasowo lub stale wypełnione wodą, przetrzymujące nadmiar odpływu ze zlewni miejskich. Część wody może ulegać infiltracji i parowaniu, ale większość odpływa powierzchniowo lub systemami rur podziemnych do odbiornika.

Suche zbiorniki

Suche zbiorniki są wypełnione wodą tylko w okresie gwałtownych opadów. Woda, spływająca z dróg (na ogół autostrad) lub obszarów o gęstej zabudowie, jest retencjonowana do momentu, kiedy minie zagrożenie powodziowe, a następnie odprowadzana do odbiornika — ekosystemu wodnego lub kanalizacji. Wielkość, pojemność i charakter tych zbiorników są

różne — najbardziej wartościowe z punktu widzenia usług ekosystemów są te, które mają półnaturalny charakter i łączą elementy błękitnej i zielonej infrastruktury. Tereny, które powstają w ten sposób, oferują (poza pojemnością retencyjną) atrakcyjne i otwarte przestrzenie publiczne w okresach bezdeszczowych. Służą wówczas jako tereny zieleni do rekreacji i sportu — np. stadion w Liourat à Vitrolles we Francji. Mogą być również łączone z architekturą miejską. Ciekawym i odważnym przykładem jest plac wodny Benthemplein w Rotterdamie (rysunek 10). Jest on z powodzeniem wykorzystywany w czasie pogody suchej jako atrakcyjna przestrzeń publiczna, a w czasie opadu może pomieścić prawie 2 miliony litrów wody. Od czasu zbudowania w 2013 roku, jego maksymalna pojemność nie była jeszcze wykorzystana.

Fot. De Urbanisten



Rysunek 10. Suchy zbiornik — plac wodny Bentheplein w Rotterdamie w Holandii: zdjęcie w czasie pogody suchej i wizualizacja w czasie pogody mokrej

Suche zbiorniki ze stałym przepływem

Odmianą suchych zbiorników są suche zbiorniki ze strefą stałego przepływu (rysunek 11), często lokalizowane na ciekach. Składają się z rozleglejszego, suchego, górnego poziomu, który jest zatapiający tylko w przypadku wystąpienia intensywnego opadu, oraz z koryta, w którym przez cały czas znajduje się woda

lub płytkie mokradło (0,2–0,5 m), stanowiące element estetyczny oraz ostoję bioróżnorodności. Wydajność usuwania stałych zawiesin i metali ciężkich jest w ich przypadku wysoka — porównywalna ze zbiornikami retencyjnymi i oczyszczalniami hydrobotanicznymi — i wzrasta, wraz z wydłużeniem czasu retencji.

Fot. I. Wagner



Fot. Center for Watershed Protection

Rysunek 11. Suche zbiorniki ze strefą stałego przepływu: zbiornik na rzece Sokolówce w Łodzi i w Virginii, w Stanach Zjednoczonych

Zbiorniki retencyjne

Rozwiązaniami, które stosuje się bezpośrednio w korytach rzecznych lub ich sąsiedztwie, są zbiorniki retencyjne (rysunek 12). Przechowują one wodę, która została już doprowadzona do rzeki w wyniku bezpośredniego sływu powierzchniowego oraz przez systemy kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej. Zbiorniki zwiększają pojemność retencyjną rzeki, łagodząc ekstremalne przepływy burzowe. Oczysz-

czanie wód opadowych zachodzi tu przede wszystkim w wyniku nasilonej sedymentacji. Nasadzenia roślinności mogą wspomagać biologiczne usuwanie zanieczyszczeń. Zbiorniki na ogół stanowią ważne elementy krajobrazu miasta, podnoszą jego wartość przyrodniczą oraz pełnią funkcje estetyczne, edukacyjne i rekreacyjne. Zachowanie krótkiego (poniżej 2 tygodni) czasu retencji pomaga uniknąć wzrostu sinic, które mogą w okresie lata tworzyć toksyczne zakwity.



Fot. Barbara Gortat

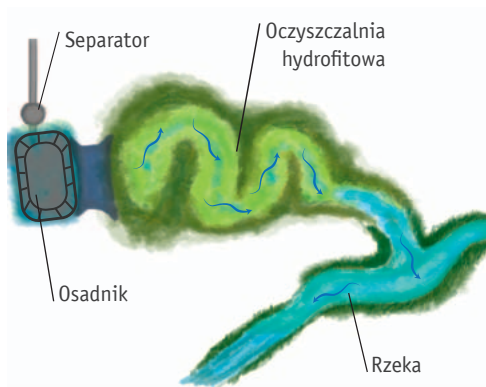
Rysunek 12. Zbiornik retencyjny na rzece Sokołowce w Łodzi w roku jego konstrukcji (2006) i 6 lat później — już z ukształtowaną roślinnością

Urządzenia hydrofitowe do oczyszczania wód opadowych

Oczyszczalnie hydrofitowe to konstrukcje wykorzystujące makrofity (np. pałka szerokolistna, pałka miniaturowa, tatarak zwyczajny, kosaciec żółty, oczeret jeziorny, trzcina pospolita) do oczyszczania wód deszczowych na granicy odbiornika (rzeki, zbiornika, jeziora). Ich działanie, zwłaszcza przy dopływie wód znacznie zanieczyszczonych (z ulic, parkingów, stacji obsługi samochodów), może być wspomagane urządzeniami podczyszczającymi w postaci separatorów i osadników. Pomaga to podtrzymać funkcje systemów biologicznych.

Oczyszczalnie hydrofitowe

Być może najpopularniejszymi rozwiązaniami dla retencji i podczyszczania wód opadowych, bezpośrednio przed ich odpływem do ekosystemów wodnych, są oczyszczalnie hydrofitowe (rysunek 13). Są to porośnięte roślinnością systemy o wydłużonym czasie retencji, trwale i w różnym stopniu nasycone wodą. Większość miejskich oczyszczalni hydrofitowych dla ścieków opadowych to systemy poziomego przepływu powierzchniowego. Dzięki dużej pojemności i przepustowości, najlepiej sprawdzają się w warunkach gwałtownych miejskich przepływów. Rośliny naczyniowe (wynurzone i zanurzone) skutecznie usuwają zanieczyszczenia i zwiększają sedymentację.

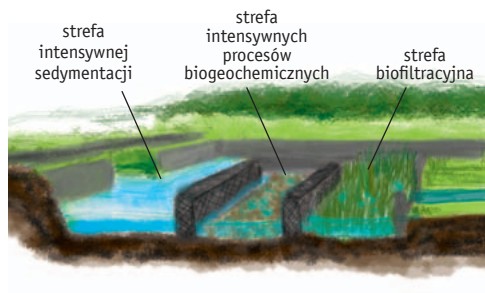


Fot. Kleinfelder

Rysunek 13. Przykładowy schemat oczyszczalni hydrofitowej dla wód opadowych. Na zdjęciu — duża oczyszczalnia hydrofitowa dla wód opadowych w Massachusetts w Stanach Zjednoczonych

Sekwencyjne systemy sedimentacyjno-biofiltracyjne

Sekwencyjny system sedimentacyjno-biofiltracyjny (rysunek 14) jest odmianą oczyszczalni hydrofitowej, wykorzystującej regulację ekohydrologiczną. Stosuje się go na bezpośrednim dopływie wód opadowych do odbiornika lub na samym cieku². Składa się z trzech stref: intensywnej sedimentacji (w któ-



rej kombinacja stałych i przenośnych konstrukcji modyfikuje hydrodynamikę komory i zwiększa sedimentację); intensywnych procesów biogeochemicznych (gdzie grube frakcje wapienia wychwytyją związki fosforu); i biofiltracyjnej (służącej usuwaniu związków biogenych z wykorzystaniem makrofitów). Strefy są oddzielone od siebie gabionami z grubego żwiru, które dodatkowo filtrują wodę.



Fot. Sebastian Szklarek

Rysunek 14. Sekwencyjny system sedimentacyjno-biofiltracyjny — schemat i jego pilotażowe wdrożenie na rzece Sokółówce w Łodzi

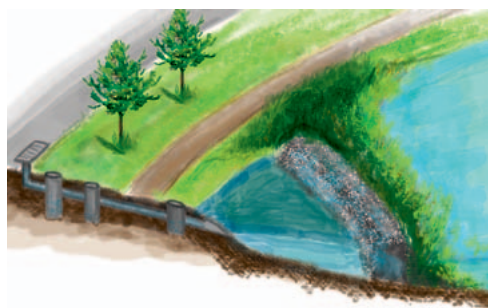
Buforowe strefy roślinności przybrzeżnej z barierą biogeochemiczną

Systemy sedimentacyjno-biofiltracyjne mogą być łączone ze strefami roślinności buforowej na brzegach zbiorników wodnych³ (rysunek 15). Usuwanie zanieczyszczeń zachodzi tu w wyniku intensywnej sedimentacji i asymilacji przez roślinność wodną i adsorpcję w barierach biogeochemicznych w postaci gabionów wypełnionych kamieniem dolomi-

towym lub wapiennym i osłoniętych od góry matą kokosową. Rozwiązanie to może być stosowane do podczyszczania wód opadowych doprowadzanych do rzek i zbiorników punktowymi wylotami kanalizacji deszczowej. To ostatnie jest jednak możliwe tylko wówczas, gdy odwadniana powierzchnia jest niewielka, a prędkość przepływu wody w czasie opadu nie jest na tyle wysoka, aby zniszczyć rosnącą w systemie roślinność. Wskazane jest również zastosowanie podziemnych separatorów i osadników przed wprowadzeniem wody do systemu.

² System taki został zrealizowany na rzece Sokółówce w Łodzi, w ramach projektu europejskiego SWICHT (6 FP EU, GOCE 018530) i POIG.01.01.02-10-106/09-04 „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju”, finansowanych z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

³ Takie rozwiązanie zastosowano w projekcie „Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich” (EH-REK; LIFE08 ENV/PL/000517).



Fot. Tomasz Jurcza

Rysunek 15. Strefa buforowa z barierą biogeochemiczną do podczyszczania wód odprowadzanych bezpośrednio do zbiornika wodnego — schemat i przykład pilotażowego zastosowania na stawach w Arturówku w Łodzi

Działania niestrukturalne

Wdrażanie rozwiązań z zakresu zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych wymaga nie tylko podejmowania działań technicznych, ale również osadzenia ich w szerszym kontekście. Ten kontekst powstaje w wyniku szeregu działań niestrukturalnych (miękkich), które obejmują następujące obszary (EPA 2005):

- edukacja/świadomość — edukacja obywateli i kampanie informacyjne na temat alternatywy dla zagospodarowania wód opadowych;
- planowanie i zarządzanie — kontrola zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy, świadome projektowanie przestrzeni miejskiej, planowanie roślinności, zmniejszenie powierzchni nieprzepuszczalnych i odłączenie ich od kanalizacji deszczowej;
- obsługa i utrzymanie systemów kanalizacji deszczowej — sprzątanie ulic, czyszczenie studzienek i wpustów kanalizacyjnych, przepłukiwanie systemu kanalizacji, utrzymanie dróg i mostów, utrzymanie kanałów burzowych oraz rowów i cieków wodnych;
- zapobieganie wyciekom zanieczyszczeń i usuwanie ich skutków — kontrola wycieków oleju z samochodów i cystern, kontrola szczelności kanalizacji sanitarnej i szamb;
- kontrola składowania odpadów — znakowanie kanalizacji deszczowej, odbiór niebezpiecznych odpadów z gospodarstw domowych, odbiór i recykling zużytego oleju;

- kontrola nielegalnych przyłączy — zapobieganie nielegalnym przyłączeniom do kanalizacji deszczowej, ich wykrywanie i likwidacja;
- ponowne wykorzystanie wód opadowych — wykorzystanie wód opadowych do celów niekonsumpcyjnych (np. spłukiwania toalet, podlewanie zieleni miejskiej).

Doświadczenia z Krajowego Systemu Eliminacji Odpływu Zanieczyszczeń (*National Pollutant Discharge Elimination System*, NPDES) w Stanach Zjednoczonych wskazują, że działania niestrukturalne, które angażują i włączają wielu interesariuszy (społeczeństwo, szkoły, przedsiębiorców, decydentów, polityków, media, artystów), mogą być nawet bardziej skuteczne w rozwiązywaniu problemów wód opadowych niż działania strukturalne. Ich podstawą jest powszechne zrozumienie wyzwań związanych z tradycyjnym zagospodarowaniem wód opadowych w mieście, skutków podejmowanych decyzji i działań w przestrzeni miejskiej oraz potrzeby zmiany podejścia i wynikających z niego korzyści. Są one punktem wyjścia do stworzenia platformy współpracujących instytucji, wypracowania wytycznych, norm prawnych i procedur, a także budowania atmosfery odpowiedzialności za wspólne działania w obszarach publicznych (np. w planowaniu przestrzennym, architekturze, ochronie środowiska, planowaniu infrastruktury) i prywatnych (np. konieczność retencji odpływu wygenerowanego na terenie własnej posesji).

Niestrukuralne działania planistyczne — wykorzystanie potencjału zielonej i błękitnej infrastruktury

Planowanie przestrzenne ma ogromne znaczenie dla tworzenia warunków sprzyjających zrównoważonemu zagospodarowaniu wód opadowych. Jednym z celów planistycznych powinno być funkcjonalne połączenie systemu błękitnej i zielonej infrastruktury i spójne wkomponowanie jej w zwartą zabudowę miejską, co jest często dużym wyzwaniem. Takie podejście jest jednak ważne dla zachowania wysokiego potencjału systemu przyrodniczego miasta, co przekłada się na jego zdolność dostarczania usług ekosystemów, w tym dla retencjonowania wód opadowych. Zapewnienie tego potencjału wymaga zintegrowanego sposobu myślenia o mieście i jego systemie przyrodniczym (por. rozdział o zintegrowanym zarządzaniu: Krauze i Wagner w tym tomie). Aby optymalnie wykorzystać potencjał przyrodniczy zielonej i błękitnej infrastruktury, należy zapewnić różnorodność jej form oraz ich przestrzenną łączność, zwiększając infiltrację wody na terenie miasta.

Ograniczenie udziału powierzchni uszczelnionych

Ograniczenie udziału powierzchni uszczelnionych w przestrzeni miejskiej jest jednym z podstawowych działań dla zatrzymania wody w mieście. Może być realizowane na kilka sposobów. Podstawowym działaniem jest wyznaczenie i zabezpieczenie przed zabudową obszarów retencji, infiltracji i spływu powierzchniowego, naturalnie zatrzymujących wodę. Ze względu na ich, często, podmokły charakter, odstąpienie od ich zabudowy ogranicza również ryzyko podtopienia i powodzi dla inwestycji. Szczególnej i bezwzględnej ochronie powinny tu podlegać rzeki i doliny rzeczne, jako odbiorniki wód opadowych, oraz korytarze łączące system przyrodniczy miasta z jego otoczeniem.

Kolejnym krokiem jest określenie warunków zabudowy dla nowych inwestycji i terenów rewitalizowanych w poszczególnych strefach miasta. Istnieją tu dwie możliwości. Pierwsza wiąże się z określeniem sposobu zabudowy, ustalającym minimalną wielkość działki i gęstość zabudowy,

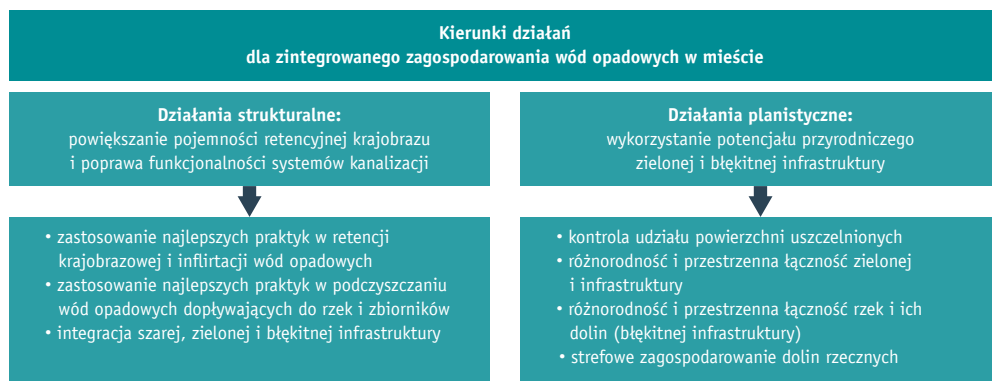
dozwolony maksymalny udział powierzchni nieprzepuszczalnej lub minimalny udział terenu biologicznie czynnego. Może również określać szczegółowe wymogi i wytyczne techniczne dotyczące najlepszych praktyk i materiałów stosowanych do utwardzania i budowy dużych nawierzchni (np. przepuszczalne nawierzchnie ulic, podjazdów, parkingów). Dobrą praktyką, zwiększającą lokalną retencję wody, jest wymóg zachowania zróżnicowanego ukształtowania terenu przy inwestycjach (np. zagłębień, zróżnicowanych spadków, nierówności zatrzymujących wodę), zamiast porośniętych trawą płaskich powierzchni.

Druga możliwość polega na wprowadzeniu wymogu zachowania określonej wielkości odpływu z terenu inwestycji po jej zakończeniu. Można założyć, że odpływ powinien pozostać niezmieniony w stosunku do odpływu występującego na danym terenie przed realizacją inwestycji. Można również oczekiwać osiągnięcia określonej wartości odpływu z powierzchni po zakończeniu budowy (np. współczynnik spływu 0,1 oznacza, że 90% wody pochodzącej z opadu zostanie zatrzymane na analizowanej powierzchni). Podobne rozwiązania stosuje się z powodzeniem w Niemczech, a ostatnio również w Polsce (Kraków).

Zapewnienie różnorodności błękitnej i zielonej infrastruktury

Ochrona różnorodności i jakości błękitnej i zielonej infrastruktury to przede wszystkim zachowanie różnorodności jej elementów w krajobrazie miasta (rzeki, doliny rzeczne, zbiorniki wodne, naturalne i sztuczne obszary podmokłe, parki, skwery, sady, ogrody, ogródki działkowe, zazielenione cmentarze, pasy zieleni przyulicznej, użytki ekologiczne i inne). Dobrą praktyką jest stosowanie rodzimych gatunków i zgodnych z fizjografią terenu zbiorowisk roślinnych. Jest to praktyka stosowana w Polsce rzadko, mimo iż takie rozwiązania nie tylko podnoszą wartość przyrodniczą, ale i zdrowotną miasta. Tworzą również oryginalne i urokliwe elementy krajobrazu miasta i budują tożsamość przyrodniczą jego mieszkańców.

Dla błękitnej infrastruktury bardzo ważne jest podjęcie działań w kierunku zachowania istniejących ekosystemów wodnych i od wód zależnych (sprzyjających retencji wody) w możliwie niezmie-



Rysunek 17. Wykorzystanie błękitnej i zielonej infrastruktury dla zintegrowanego zagospodarowania wód opadowych w miastach

nionym stanie, wraz z ich zieloną otuliną (sprzyjającą poprawie jakości wody i stanu ekosystemów). Przykładem może być opracowana w Łodzi koncepcja strefowego zagospodarowania małych dolin rzecznych. Zakłada ona, że każda miejska rzeka powinna być otoczona trzema strefami:

I strefa — bezwzględnie chroni koryto rzeki i jej dolinę przed zabudową. Zakłada rekultywację rzek zdegradowanych, jeśli pozwalają na to możliwości techniczne. Te tereny są wykorzystywane do odprowadzania i doczyszczania wód opadowych i jako tereny rekreacyjne. Strefę I wyznaczono na krawędzi wody 100-letniej, uwzględniając przy tym zakres stref siedlisk przyrodniczych i korzyści ekologicznych, o ile są one wyznaczone w strefie wody 100-letniej i pozwala na to obecny stan zagospodarowania.

II strefa — obejmuje tereny czasowo podtapiane. Przewiduje możliwość zagospodarowania lekką infrastrukturą rekreacyjną (np. trawiaste boiska, miejsca piknikowe, ścieżki do biegania). Strefę wyznaczono w odległości 50–100 m od granicy strefy I, włączając obszary krajobrazu przyrodniczego i przyrodniczo-kulturowego, o ile są one połączone z wyznaczaną strefą w sposób ciągły.

III strefa — to strefa niskiej zabudowy o ściśle określonych parametrach, ze znacznym udziałem terenów biologicznie czynnych i retencją wody na terenie posesji. Strefę wyznaczono pomiędzy granicą strefy II a linią istniejącej zabudowy w dolinach rzek lub w ich sąsiedztwie oraz na podstawie

wytycznych dotyczących warunków przyrodniczych w dolinie i jej okolicy.

Zapewnienie przestrzennej łączności systemu przyrodniczego miasta

Zapewnienie przestrzennej łączności obszarów systemu przyrodniczego miasta zwiększa ich odporność na działanie czynników zewnętrznych i wzmacnia ich potencjał do dostarczania usług ekosystemów. Jest to zadanie trudne w ciasno zabudowanej przestrzeni miejskiej, w której konkurencja i wysokie ceny gruntów często powodują przedkładanie inwestycji „twardych” nad tworzeniem terenów błękitnej i zielonej infrastruktury. Projektując system przyrodniczy miasta, należy jednak kierować się kilkoma regułami. Tereny zieleni powinny, w określonych warunkach, być jak największe, jak najbardziej zwarte i położone jak najbliżej siebie. Ich integracja z rozwiązaniami strukturalnymi najlepszych praktyk zarządzania wodą opadową będzie sprzyjała lepszemu funkcjonowaniu tych obszarów, ponieważ zapewnia lepszą dostępność wody dla roślinności. Jeżeli nie jest możliwe zapewnienie ciągłości zielonej infrastruktury, można ją rekompensować właściwie zaplanowaną zielenią przyuliczną (por. poprzedni poradnik z serii *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*), stworzeniem „zielonych wysp” (np. położonych blisko siebie zielonych dachów, skwerów) oraz zwiększeniem powierzchni przepuszczalnych lub upowszechnieniem rozwiązań strukturalnych dla retencji i infiltracji wody.

Podsumowanie

Zrównoważone zagospodarowanie wód opadowych w mieście to podstawa funkcjonowania zielonej i błękitnej infrastruktury. Jego osiągnięcie jest możliwe w oparciu o integrację wielu obszarów działań, które wykorzystują zarówno rozwiązania strukturalne, jak i planistyczne (rysunek 17). Ich łączenie prowadzi do powiększania pojemności retencyjnej krajobrazu, również pod presją zmieniającego się klimatu i postępującej urbanizacji, odciążając

systemy kanalizacji deszczowej i redukując ryzyko podtopień, powodzi i suszy (w tym miejskiej wyspy ciepła) i ich następstw. Dostępność wody jest jednym z podstawowych czynników, które stanowią warunek dla poprawnego funkcjonowania ekosystemów miejskich. Zachowanie wysokiego potencjału przyrodniczego zielonej i błękitnej infrastruktury przekłada się także na zdolność dostarczania wielu usług ekosystemów, istotnych z punktu widzenia jakości życia mieszkańców miast i będących podstawą ich bezpieczeństwa ekologicznego.

Studium przypadku: ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych w Arturówku w Łodzi

Małe rzeki i zbiorniki wodne są nieodłącznym elementem krajobrazu Łodzi — miasta na wododziale Wisły i Odry. Taka lokalizacja i brak dużego odbiornika ścieków deszczowych powodują również, że miasto jest zmuszone do poważnego rozważania konieczności stosowania zrównoważonych rozwiązań w zagospodarowaniu wód opadowych i do wielofunkcyjnego wykorzystania przestrzeni (np. łączenia retencji wody z funkcjami rekreacyjnymi, krajobrazowymi i ochroną bioróżnorodności).

Trzy stawy w Arturówku na rzece Bzurze, wraz z otaczającym je kompleksem leśnym, to jeden z najcenniejszych i ogólnodostępnych obszarów rekreacji, a nawet wypoczynku wakacyjnego, dla mieszkańców miasta. Dużą atrakcją dla wypoczywających są wyznaczone kąpieliska. Dopływ wód opadowych i zasilanie wewnętrzne zbiorników w związki biogenne, z nagromadzonych przez lata osadów dennych, skutkowało niską jakością wody. Największym zagrożeniem były pojawiające się w gorące dni lata zakwity sinic, produkujących szkodliwe dla zdrowia ludzi toksyny. Intensywność zakwitu znacznie przekraczała wytyczne WHO dla wód rekreacyjnych. Taka sytuacja stanowiła zagrożenie dla zdrowia korzystających ze stawów ludzi i wielokrotnie skutkowało zamknięciem kąpieliska. Poprawa jakości wody i stanu ekologicznego stawów stała się warunkiem zachowania atrakcyjności obszaru, stworzenia bezpiecznej przestrzeni publicznej oraz odtworzenia dostarczanych przez ten ekosystem usług.

W ramach projektu ekohydrologicznej rekultywacji stawów w Arturówku⁴, opracowano analizę zagrożeń i szans dla rekultywowanego obszaru (Jurczak i in. 2012). Na tej podstawie określono plan działań dla poprawy jakości wody w stawach, w którym jednym z wyzwań było podczyszczenie dopływających do stawów wód opadowych. W tym celu zastosowano następujące rozwiązania (rysunek 16):

- Stawy w Arturówku zasilane są rzeką, na której znajduje się kaskada siedemnastu małych zbiorników zaporowych. Dwa z nich poddano adaptacji ekohydrologicznej — usunięto osady, obsadzono roślinnością przyspieszającą oczyszczanie wody oraz wykonano adaptację hydrotechniczną, wymuszającą przepływ wody przez strefy roślinne.
- Zaprojektowano i wybudowano system przechwytyjący zanieczyszczenia dopływające z ulicy do zbiorników w Arturówku. W wyniku nasilonej sedimentacji i asymilacji w strefach roślinnych transportowany ładunek zanieczyszczeń jest niższy o ponad 60%.
- Najwięcej osadów dopływających do stawów w Arturówku gromadziło się w górnej części pierwszego z nich. Górna część jego czaszy została więc również przekształcona w sekwencyjny system sedimentacyjno-biofiltracyjny.
- Do zbiorników w Arturówku punktowo dopływają wody opadowe odprowadzane bezpośrednio z niewielkich zlewni deszczowych (hotel, ośrodek sportu). W miejscu ich wlotu do zbiornika zastosowano opisane wcześniej w tym rozdziale buforowe strefy roślinności z barierą biogeochemiczną.
- W najniższym położonym stawie usunięto osady i umieszczono wyspy pływającej roślinności, dodatkowo doczyszczające wodę.

W pierwszym roku po zakończeniu inwestycji (2014), po raz pierwszy od wielu lat stężenia biogenów spadły dziesięciokrotnie, nie wystąpiły zakwity sinic, a woda jest tak przejrzysta, aż widać dno.

Nowatorstwo proponowanych rozwiązań wiąże się głównie z kompleksowym zastosowaniem wielu uzupełniających się rozwiązań wzdłuż całego systemu rzeki. Zastosowanie rozwiązań ekohydrologicznych pozwoliło osiągnąć znaczące

⁴ Projekt „Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich” (EH-REK; LIFE08 ENV/PL/000517) jest realizowany przez Katedrę Ekologii Stosowanej Uniwersytetu Łódzkiego, we współpracy z Łódzką Spółką Infrastrukturalną oraz Urzędem Miasta Łodzi, reprezentowanym przez Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji. Projekt jest finansowany przez Komisję Europejską, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i współfinansowany przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi oraz stanowi wkład własny beneficjentów projektu.



Rysunek 16. Rozwiązania zastosowane w rekultywacji stawów w Arturówku

korzyści przy relatywnie niskich kosztach. Obszary przyrodnicze stały się podstawą dla stworzenia atrakcyjnej i bezpiecznej przestrzeni, przekładającej

się na cele strategiczne miasta, zawarte w Strategii Zintegrowanego Rozwoju Łodzi 2020+ i koncepcji Błękitno-Zielonej Sieci (Wagner i in. 2013).

Literatura

- Burszta-Adamiak, E., 2011. Odprowadzanie wód opadowych systemami do podziemnej retencji i infiltracji. *Rynek Instalacyjny*, 5, s. 48–51.
- Edel, R., 2010. *Odwadnianie dróg*, Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
- EPA, 2005. *National management measures guidance to control nonpoint source pollution from urban areas*, Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.
- EPA, 2007. *Reducing stormwater costs through Low Impact Development (LID) strategies and practices*, Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.
- Geiger, W., Dreiseitl, H., 1999. *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik retencjonowania i infiltracji wód deszczowych do gruntu na terenach zabudowanych*, Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO.
- Jurczak, T., Wagner, I., Zalewski, M., 2012. *Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich (EH-REK). Analiza zagrożeń i szans (LIFE08 ENV/PL/000517)*, Łódź: Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UE.
- Każmierczak, A., 2013. Innowacyjne metody wspierania tworzenia zielonej infrastruktury w miastach: współpraca władz lokalnych z inwestorami i właścicielami budynków. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 4, s. 98–109.
- KE, 2013. *Zielona infrastruktura — zwiększanie kapitału naturalnego Europy (COM (2013)249)*, Bruksela: Komisja Europejska.
- Królikowska, J., Królikowski, A., 2012. *Wody opadowe. Odprowadzanie zagospodarowanie podczyszczanie*, Piaseczno: Wydawnictwo Seidel-Przywecki.
- Wagner, I., Breil, P., 2013. The role of ecohydrology in creating more resilient cities. *Ecology & Hydrobiology*, 13(2), s. 113–134.
- Wagner, I., Krauze, K., Zalewski, M., 2013. Błękitne aspekty zielonej infrastruktury. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 4, s. 145–155.
- Zalewski, M., 2011. Ecohydrology for implementation of the EU Water Framework Directive. *Proceedings of the ICE — Water Management*, 164(8), s. 375–386.

Woda w przestrzeni miejskiej a zintegrowane zarządzanie miastem

Kinga Krauze

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Iwona Wagner

Uniwersytet Łódzki

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO, PAN

Zintegrowane zarządzanie miastem opiera się na trzech filarach: równym dostępie do wysokiej jakości środowiska przyrodniczego, wydajnym wykorzystaniu zasobów przyrody dla uzyskania korzyści ekonomicznych oraz na zachowaniu równowagi ekologicznej i zdolności systemu przyrodniczego miasta do regeneracji. W każdym z filarów zarządzanie wodą stanowi aspekt kluczowy, ponieważ jest ona cennym zasobem, istotnym elementem krajobrazu i siłą napędową procesów ekologicznych. Tym samym zintegrowane zarządzanie wymaga podejścia interdyscyplinarnego, wielosektorowego, wieloletniego planowania oraz szerokiej współpracy wielu grup interesariuszy. Podjęcie tego wyzwania przynosi jednak wymierne korzyści: pozwala na rewitalizację miast i zwiększenie ich konkurencyjności, obniżenie kosztów zarządzania, oraz zwiększa ich adaptacyjność do zmian globalnych, nie tylko zmian klimatu, ale również demograficznych czy gospodarczych.

Słowa kluczowe: zarządzanie zintegrowane, planowanie strategiczne, system przyrodniczy, kapitał społeczny i ludzki, integracja przestrzenna i sektorowa

Wprowadzenie

Zarządzanie zasobami, w tym wodą w mieście, to problem złożony. W literaturze angielskojęzycznej opisywane jest jako *wicked problem*, co w wolnym tłumaczeniu oznacza „problem opierający się rozwiązaniom”. Problemy te wcale nie muszą być nierozwiązywalne, ale wymagają zmiany sposobu ich rozwiązywania. Zwykle charakteryzują się następującymi cechami:

- nie da się im przypisać jednego i idealnego rozwiązania, możliwych rozwiązań jest wiele, ponieważ dotyczą wielu grup interesariuszy i każda z nich może mieć inny pogląd na to, które rozwiązanie jest lepsze;
- nie ma rozwiązań całkowicie złych lub całkowicie dobrych, są tylko lepsze i gorsze w kontekście rozważanej skali czasowo-przestrzennej i uwarunkowań;
- żadnego rozwiązania nie da się przetestować wcześniej, wiedzę zdobywa się dopiero na etapie poznawania konsekwencji;
- często rozwiązanie problemu staje się problemem samym w sobie, ponieważ nie są znane wszystkie zależności przyczynowo-skutkowe;
- każde z wybranych rozwiązań wymaga uzgodnienia stanowisk i zrównoważenia potrzeb zainteresowanych grup.

Biorąc to pod uwagę, należy do zarządzania wodą w mieście podejść w sposób zintegrowany, który łączy polityki i strategie na różnych poziomach podejmowania decyzji, w celu zapewnienia ich pełnej kompatybilności. Konieczne jest również odniesienie się do wszystkich związanych z tym tematem zagadnień jednocześnie, np. do zarządzania terenami zurbanizowanymi, zintegrowanego planowania przestrzennego, dobrobytu mieszkańców, konkurencyjności miejsc, włączenia społecznego, ochrony i odpowiedzialności za środowisko.

Koncepcja zintegrowanego zarządzania wodą została zdefiniowana przez Globalne Partnerstwo dla Wody (Global Water Partnership) jako „proces



Rysunek 1. Elementy wdrażania europejskiej polityki wodnej, które mogą być osiągnięte jedynie poprzez przyjęcie zintegrowanego podejścia do zarządzania zasobami wody

promujący harmonijny rozwój oraz zarządzanie wodą, przestrzenią i innymi zasobami, w celu maksymalizacji korzyści społecznych i ekonomicznych w granicach zachowania zdrowia ekosystemów”. Jego wdrażanie stało się szczególnie istotne w kontekście członkostwa Polski w Unii Europejskiej. Wdrażanie którejkolwiek z dyrektyw unijnych (w tym istotnych z perspektywy niniejszej publikacji: Ramowej Dyrektywy Wodnej¹, Dyrektywy Siedliskowej² wraz z siecią Natura 2000, Dyrektywy Azotanowej³), wymaga podejścia zintegrowanego. Należy zdefiniować zagrożenia dla jakości i dostępności wody obecnie oraz w przyszłości. Trzeba także wziąć pod uwagę związane z nią siedliska, gatunki i sektory gospodarki, a także zagrożenia wynikające z: działalności gospodarczej; struktury społecznej; mechanizmów prawnych; uwarunkowań kulturowych; systemowych; technologicznych oraz stanu środowiska (rysunek 1).

¹ Dyrektywa 2000/60/EWG Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej, ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

² Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory.

³ Dyrektywa 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 w sprawie ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.

Tabela 1. Korzyści ze zintegrowanego zarządzania

Ryzyko	Efektywność	Współpraca	Wiedza
<ul style="list-style-type: none"> • Całościowe spojrzenie na problem — związki przyczynowo-skutkowe • Decentralizacja odpowiedzialności i zadań 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminacja niekompatybilnych kompetencji i struktur • Harmonizacja i optymalizacja rozwiązań • Pozyskiwanie środków w oparciu o kapitały: przyrodniczy, ludzki, społeczny i ekonomiczny 	<ul style="list-style-type: none"> • Rzetelna ocena celów i potrzeb • Ciągłość działań oparta na „pamięci i wiedzy społecznej” • Warunki sprzyjające partycypacji społecznej 	<ul style="list-style-type: none"> • Warunki do wymiany wiedzy i doświadczeń • Zarządzanie adaptacyjne • Porozumienie interesariuszy

Zintegrowane zarządzanie opiera się na trzech filarach:

1. Równości społecznej: wszyscy mają równe prawo dostępu do zasobów w zakresie gwarantującym godne życie, niezależnie od sytuacji ekonomicznej;
2. Wydajności ekonomicznej: należy zapewnić jak największe korzyści płynące z zasobów jak największej liczbie użytkowników w granicach dostępnych możliwości oraz zasobów wody;
3. Ekologicznej równowagi: ekosystemy mają być traktowane jak inni użytkownicy wody, zatem ich prawa do dostępu do niezbędnych zasobów, w zakresie zapewniającym istnienie i trwałość, muszą być zagwarantowane na równi z prawem ludzi do korzystania z zasobów.

W wymiarze operacyjnym zintegrowane zarządzanie wymaga zastosowania wiedzy interdyscyplinarnej oraz konsultacji i partycypacji społecznej w planowaniu i opracowaniu narzędzi oraz wdrażaniu dobrych praktyk zarządzania wodą. Ponieważ wiele sektorów gospodarki w znacznym stopniu zależy od wody, również rozwiązania muszą mieć charakter międzysektorowy, a współpraca między interesariuszami powinna cechować się otwartością i elastycznością. Sukces zrównoważonego zarządzania zależy zatem od:

1. Stworzenia warunków sprzyjających wdrażaniu stosownych strategii, polityki i rozwiązań prawnych;

2. Precyzyjnego zdefiniowania roli i kompetencji instytucji oraz stworzenia koniecznego potencjału ludzkiego;
3. Wypracowania takich narzędzi zarządzania, które pozwalają na racjonalizację wyborów i ocenę alternatyw.

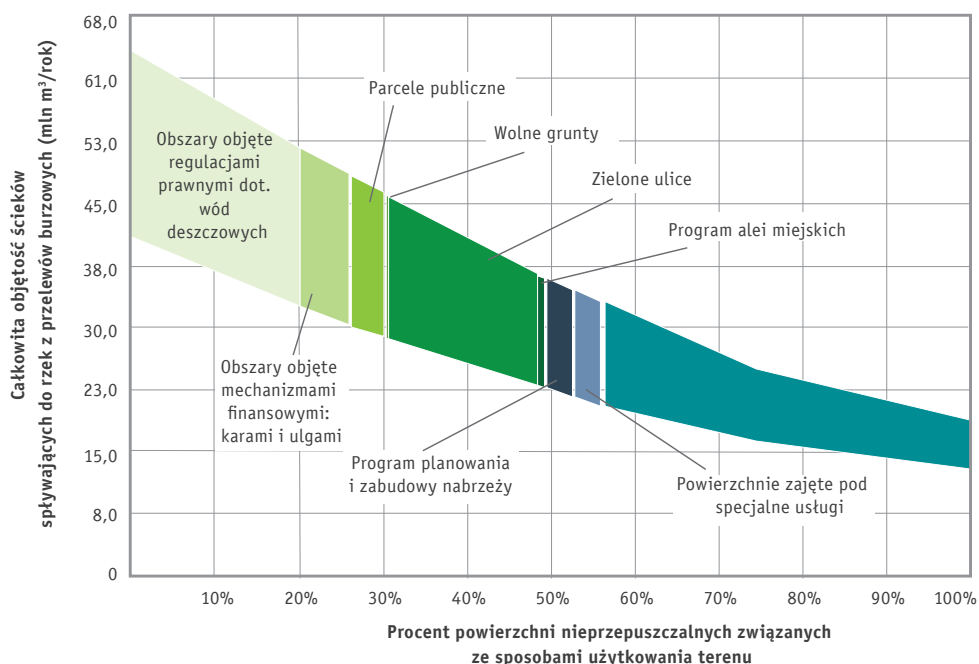
Inne istotne czynniki to: wola polityczna i zaangażowanie, kapitał społeczny oraz adekwatne finansowanie, uwzględniające kontekst planowania długoterminowego i możliwości zwrotu z inwestycji w infrastrukturę, jak również kompleksowy monitoring i ocenę efektów działań na polu politycznym, społecznym i wdrożeniowym.

Korzyści wynikające ze zintegrowanego zarządzania

Postrzeganie wody jako surowca, rzek jako źródła zagrożenia (zarówno powodziowego, jak i związanego z zanieczyszczeniami i wektorami chorób), a małej retencji w kategoriach konkurencji o przestrzeń, przyczyniło się do degradacji zasobów wodnych oraz do zaniku cennych przyrodniczo ekosystemów wodnych oraz ekosystemów lądowych związanych ze środowiskiem wodnym (mokradeł, stawów, łąk zalewowych).

Odwroćenie procesu degradacji i rehabilitacja⁴ zdegradowanych ekosystemów wodnych i związanych ze środowiskiem wodnym wymagają współdziałania, zarówno zarządzających wodą, jak i jej

⁴ To działania mające na celu przywrócenie procesów zbliżonych do naturalnych w silnie zdegradowanym ekosystemie, rehabilitacja nie prowadzi do odtworzenia pierwotnego, naturalnego systemu.



Rysunek 2. Zintegrowane działania podejmowane w Filadelfii, w celu zmniejszenia objętości ścieków dopływających do rzek z przelewów burzowych oraz ograniczenia kosztów zarządzania miastem i wspierania zielonej infrastruktury (EPA 2010)

użytkowników. W praktyce potrzebne są do tego złożone bazy danych, wiedza ekspercka oraz narzędzia umożliwiające analizę, ekstrapolację i prognozowanie dynamiki zasobów, jako efektu obecnego i historycznego stanu środowiska oraz całości oddziaływania ludzi na środowisko.

Wyzwanie zintegrowanego zarządzania wodą zostało podjęte przez wiele miast na świecie. Pierwszym krokiem jest zazwyczaj uznanie konieczności zastosowania innowacyjnych rozwiązań w zakresie wykorzystania wody deszczowej w miejscu opadu. Umożliwia to odciążenie systemów kanalizacji deszczowej, zwiększenie zasilania wód gruntowych, zwiększenie efektywności oczyszczania ścieków, a w konsekwencji poprawę mikroklimatu, wsparcie rozwoju zielonej infrastruktury i poprawę jakości życia mieszkańców oraz estetyki miast (por. rozdział o rozwiązaniach technicznych: Wagner i Krauze w tym tomie).

Rysunek 2 pokazuje przykład zintegrowanych działań związanych z zarządzaniem deszczówką

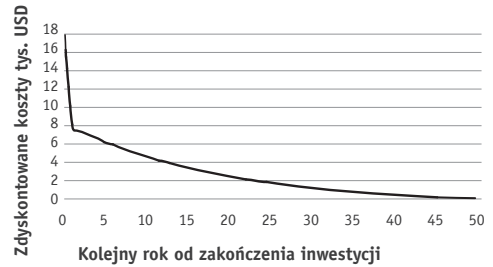
w Filadelfii. Okazuje się, że regulacje prawne, związane bezpośrednio z zarządzaniem wodami deszczowymi, poprawiają wydajność wykorzystania tych wód tylko na 20% powierzchni gruntów miejskich. W celu osiągnięcia sukcesu konieczne jest zaangażowanie instytucji zajmujących się opracowaniem stosownych mechanizmów prawnych w zakresie ulg i kar (kolejne 6% powierzchni miasta), zaangażowanie prywatnych właścicieli gruntów (4%), stworzenie interdyscyplinarnego i międzysektorowego zespołu oraz stosownej strategii do planowania i wdrażania programu zielonych ulic (17%) i alei miejskich (2%), wreszcie współpraca w zakresie planowania zabudowy oraz przewidywania i ograniczania jej negatywnego wpływ na zasoby wody w mieście (8%). W ten sposób, poprzez łączenie działań i polityk, zintegrowanym zarządzaniem objęte zostało 57% powierzchni miasta, co pozwala na ograniczenie odpływu wód deszczowych o 65%. W skali miasta oznacza to oszczędności rzędu 85 mln USD rocznie.

Jednocześnie zintegrowane zarządzanie miastem, oparte na podejściu interdyscyplinarnym, pozwala na jego rewitalizację i zwiększenie konkurencyjności. Nie bez znaczenia jest też obniżenie kosztów zarządzania miastem. Wynika to z faktu, że raz stworzony system ekologiczny zwiększa z czasem swoją wydajność i stabilność, w efekcie wzrostu roślin, zwiększania liczby gatunków, intensyfikacji procesów glebotwórczych, a tym samym retencji wody w glebie, intensywniejszej ewapotranspiracji, regulacji klimatu, wreszcie postępującej adaptacji do istniejącej infrastruktury (rysunek 3).

Zintegrowane zarządzanie miastem oznacza zatem integrację przestrzenną, funkcjonalną, ekologiczną i społeczną. Zgodnie z koncepcją rozwiązywania problemów „opornych na rozwiązania”, jest metodą definiowania i całościowego podejścia do problemów, które mają korzenie w różnych aspektach funkcjonowania miasta.

Integracja przestrzenna

Miasta rozwijają się w sposób, który wspiera budowanie i kumulację potencjału ekonomicznego i infrastruktury, która mu służy. W ten sposób stworzyliśmy model zagospodarowania przestrzennego, który nie sprzyja harmonijnej organizacji życia mieszkańców oraz nie ułatwia, a czasem wręcz uniemożliwia, realizację wszystkich aspektów tego życia (Bolund i Hunhammar 1999). W planowaniu przestrzennym, podobnie jak w zarządzaniu zasobami przyrody, przyjął się model „centralnej kontroli i dowodzenia” (*command and control*). Opiera się on na analizie struktury przestrzennej miasta oraz okresowej modyfikacji studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, w odpowiedzi na przewidywane tempo i kierunki zmian zachodzących w mieście, ochronę cennej przyrody, zachowanie elementów przestrzeni podmiejskiej dla potrzeb rekreacji i wreszcie na dopasowanie infrastruktury, w tym sieci dróg. Model taki jest dosyć statyczny, nawiązuje do wizji i strategii sektorowych i w niewielkim tylko stopniu pozwala na zachowanie równowagi pomiędzy różnymi elementami przestrzeni miast, a w jeszcze mniejszym stopniu pomiędzy komponentami w ramach regionu. Po-



Rysunek 3. Przykładowe zestawienie zmian zdyskontowanych kosztów dla przyulicznego roślinnego systemu infiltracyjnego o powierzchni 0,2 ha (SCWS 2012)

dejście takie utrwaliło się w zarządzaniu miastem, ponieważ pozwala na przyspieszenie procesu planowania i wykorzystania istniejących struktur administracyjnych oraz polityk.

Obecnie, wobec wyzwania zarządzania zintegrowanego, tworzy się nowy model organizacji przestrzennej miasta, oparty raczej na podejściu wizjonerskim i projektowym. Myślenie projektowe ukierunkowane jest na tworzenie jednolitej wizji miasta o zrationalizowanej lokalizacji terenów mieszkalnych, centrów biznesowych, połączeń transportowych oraz innej (w tym zielonej i błękitnej) infrastruktury. Integralną częścią tej wizji jest rozpoznanie unikatowych elementów terenu, zarówno przyrodniczych, jak i kulturowych, oraz stworzenie możliwości ich utrzymania i rozwinięcia w przestrzeń, z jednej strony realizującą potrzeby mieszkańców, z drugiej zabezpieczającą jakość życia obecnie i w przyszłości, poprzez włączenie przyrody jako pełnowartościowego i obligatoryjnego elementu zielonej i błękitnej infrastruktury. Takie planowanie struktury miasta pozwala na odejście od założenia, że jest ono dość prostym systemem, rozwijającym się liniowo i przewidywalnie. Miasto postrzegane jest jako ko-ewoluujący system przyrodniczo-społeczny, w którym każdy z komponentów w równym i znacznym stopniu zależy od drugiego. W wymiarze polityki zarządzania przestrzenią miast, konsekwencje nowego podejścia są następujące:

- plan zagospodarowania przestrzennego jest nie tylko instrumentem prawnym i wytyczną dla inwestycji, ale przede wszystkim planem

operacyjnym definiującym obszary interwencji w ramach już istniejących przestrzeni miejskich, jak również narzędziem programowania polityki miasta i tworzenia partnerstwa publiczno-prywatnego;

- lokalni administratorzy pełnią znacznie większą rolę w tworzeniu i egzekwowaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego;
- znaczącą rolę uzyskuje współpraca horyzontalna pomiędzy miastami oraz miastami i regionami, a minimalizacji ulega rola zarządzania hierarchicznego i wertykalny przepływ decyzji, co sprzyja uelastycznieniu procesu planowania;
- zarządzanie przestrzenią miasta zyskuje charakter długoterminowy, choćby na skutek konieczności pogodzenia interesów i potrzeb wielu grup interesariuszy;
- mieszkańcy miasta w większym stopniu identyfikują się z jego przestrzenią.

Nowe podejście w wymiarze operacyjnym:

- umożliwia zachowanie łączności pomiędzy obszarami w obrębie miasta, jego elementami przyrodniczymi i kulturowymi, zarówno w zakresie sieci dróg, szlaków dla alternatywnych (przyjaznych środowisku) środków transportu, jak również zielonych korytarzy i zielonych kręgów wokół miast, które zapewniają wysoką jakość życia. Na przykład mieszkańcy miasta mogą być włączeni w wytyczanie przyrodniczo-kulturowych szlaków i wprowadzenie zielonej infrastruktury do przestrzeni rekreacyjnej w sposób, który otwiera możliwości rozwoju małych firm usługowych;
- określa rolę miasta w regionie oraz sieć wzajemnych powiązań i zależności, również w zakresie wspólnej ochrony zasobów wody, zielonej infrastruktury, kompatybilności rozwoju miast satelitarnych. Umożliwia na przykład ustalenie wspólnej polityki zabudowy, tworzenie metropolitalnych obszarów kulturowych, współpracę w ochronie wód, a w jej ramach działania dla osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego rzek, rozbudowę i ochronę zielonych korytarzy lub minimalizowanie negatywnego wpływu rozbudowy infrastruktury drogowej na przyrodę;

- pozwala na zdefiniowanie najlepszej struktury miasta w odniesieniu do struktury wiekowej, zawodowej i ekonomicznej jego mieszkańców. Na przykład w Finlandii prowadzone są działania, poparte badaniami społecznymi, nad dostosowaniem miasta do potrzeb rodziców z małymi dziećmi, a w Wenezueli i Brazylii prowadzi się działania nad integracją dzielnic poprzez tworzenie zielonych przestrzeni publicznych; w Korei Południowej odtwarza się historyczny wizerunek miasta w celu przywrócenia ginących tradycji oraz związku ludzi z rzekami;
- wskazuje właściwą alokację środków na rewitalizację i rozwój miast, która odzwierciedla potrzeby mieszkańców, a nie system administrowania i zarządzania funduszami. Na przykład w chwili obecnej dostępność funduszy unijnych w znacznym stopniu determinuje priorytety miast w zakresie szarej i zielonej infrastruktury, co w połączeniu ze scentralizowanym i sektorowym modelem zarządzania miastem powoduje, że jednocześnie prowadzi się prace rehabilitacyjne i kanalizację różnych odcinków tej samej rzeki. Tymczasem wypracowanie całościowego programu dla rzeki i zaangażowanie mieszkańców sprzyjałoby harmonizacji działań i stworzeniu przyjaznej, spójnej i użytecznej przestrzeni;
- stwarza możliwości zintegrowania działań sektorowych dla osiągnięcia wspólnych celów. Na przykład połączenie planowania i modernizacji dróg z tworzeniem i ochroną zielonych korytarzy oraz ochroną i wykorzystaniem wód gruntowych i opadowych;
- zapobiega realizacji indywidualnych potrzeb i uzyskiwaniu indywidualnych korzyści, kosztem społeczności lokalnej i długoterminowych celów publicznych. Na przykład zwiększa udział różnych grup interesariuszy zarówno w planowaniu, jak i realizacji działań, nasiloną jest również kontrola społeczna w zakresie uwzględnienia potrzeb wszystkich zainteresowanych.

Integracja ekologiczna

W nowoczesnym zarządzaniu przywiązuje się znaczącą rolę do tworzenia i wkomponowania w infrastrukturę systemów o dużej zdolności adaptacji, czyli systemów przyrodniczych i dostarczanych przez nie usług. Jednak, jak wielokrotnie podkreślano w tym i innych podręcznikach zrównoważonego rozwoju, przyroda spełnia swoją rolę tylko wtedy, kiedy rzeczywiście funkcjonuje jako system. Wynika to z kilku podstawowych cech takich systemów, które zyskują szczególne znaczenie w miastach:

- ich odporność na presję naturalną i antropogeniczną oraz efektywność świadczenia usług (oczyszczanie powietrza, wody, gleby; regulacja klimatu; regulacja cyklu wodnego, retencja wody) zależą od liczby gatunków i ich liczebności/biomasy na jednostkę powierzchni. Dlatego wszystkie gatunki należy postrzegać jako „ubezpieczenie na przyszłość”, na wypadek zmian cech środowiska;
- są one zależne od stałego dopływu gatunków oraz osobników z terenów podmiejskich, ponieważ z jednej strony kompensuje to straty związane z trudnymi warunkami bytowania roślin i zwierząt w miastach, a z drugiej — pozwala na wzrost różnorodności biologicznej w oparciu o bogatszą pulę genów na terenach pozamiejskich;
- bez włączenia miast w system zielonych korytarzy i zielonej infrastruktury, różnorodność gatunkowa w krajobrazie pozamiejskim również podlega zwiększonej presji. Wiąże się to z postępującą rozbudową dróg stanowiących barierę dla zwierząt, urbanizacją i intensyfikacją rolnictwa. Zintegrowane planowanie, łączące miasto z krajobrazem, pozwala na skuteczniejszą ochronę przyrody, a jednocześnie ograniczenie ryzyka środowiskowego;
- są związane z cyklami krążenia wody i materii, które zachodzą w konkretnej skali, np. zlewni. Nie da się zatem utrzymać samowystarczalnego systemu przyrodniczego (nie wymagającego wysokich nakładów, np. nawadniania, nasadzeń kompensacyjnych, nawożenia) tam, gdzie cykle są zaburzone fragmentacją krajobrazu (Wagner i in. 2013);

- presja zewnętrzna może być kompensowana wyłącznie wielkością obszaru zieleni, ponieważ największe zdolności samoregulacji i regeneracji przyroda zachowuje w centralnej części tego obszaru, a zdolności te maleją ku obrzeżom (tzw. efekt brzegowy). Im większy jest stosunek powierzchni do długości linii brzegowej, tym lepiej.

Integracja ekologiczna w kontekście funkcjonowania miasta oznacza również zachowanie łączności pomiędzy miastem a kluczowymi zasobami, od których ono zależy, włączając w to ochronę tych zasobów. Przykładem podjęcia wysiłku, zmierzającego do zintegrowanego zarządzania, może być miasto São Carlos (Brazylia). Jego generalny plan rozwoju (Peres i da Silva 2013) identyfikuje strategiczne źródła wody, zarówno te wykorzystywane obecnie, jak i te, które będą wykorzystywane w przyszłości. Zakłada już teraz bezwzględna ochronę terenu wokół strategicznych zbiorników wodnych. Dlatego nie wydaje się na przykład zezwolenia na budowę w pobliżu terenów objętych ochroną. W strefie podmiejskiej wyznaczono również, ze znacznym wyprzedzeniem, obszary dla rozwoju przemysłu oraz zabudowy rezydencjonalnej, w oparciu o spodziewany napływ kapitału i zainteresowania inwestorów. Wzięto również pod uwagę warunki hydrograficzne, przepływ wód podziemnych, przepuszczalność gleb, wrażliwość roślinności na presję antropogeniczną. Zaplanowano też rozwój obszarów rolniczych z uprawą ekstensywną i intensywną, zarówno tych, które mają zaopatrywać miasto, jak i tych, które przyczynią się do rozwoju regionu. Z perspektywy zintegrowanego zarządzania, włączenie usług ekosystemów w system adaptacji miast do zmian globalnych wymaga:

- bezwzględnego zachowania zielonych kręgów wokół miast oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu/rozpełzaniu się miast;
- utrzymania zielonych korytarzy łączących wszystkie strefy miasta z zielonym kręgiem oraz zachowania wysokiej jakości oraz wielofunkcyjności dolin rzecznych, tzn. zabezpieczenia ich roli jako stref migracji zwierząt i roślin (elementem zielonych korytarzy mogą być parki miejskie, aleje, stare sady, ogrody działkowe);

- zachowania terenów przyrodniczo cennych, w tym szczególnie ekosystemów wodnych i podmokłych, oraz utrzymanie warunków hydrologicznych, gwarantujących ich istnienie;
- zagwarantowania w planach rozwoju miast przestrzeni i czasu potrzebnych dla efektywnego funkcjonowania zielonej infrastruktury;
- stworzenia warunków do rehabilitacji i renaturyzacji terenów zielonych i ekosystemów wodnych, zmierzających do osiągnięcia ambitnych celów, wykraczających poza „potencjał ekologiczny”. Np. w Sztokholmie jeden z głównych strumieni miejskich osiągnął stan umożliwiający rozmnażanie się 30 gatunków ryb, a tym samym stał się jednym z najpopularniejszych w kraju miejsc wędkowania (Stadbyggnadskontoret 1995).

Integracja funkcjonalna

Jedną z funkcji miast jest zapewnienie mieszkańcom zdrowej przestrzeni (por. rozdział o związkach wody i zdrowia ludzkiego: Kupryś-Lipińska i in. w tym tomie) dla realizacji ich potrzeb: pracy, nauki, wypoczynku, zaopatrzenia, doznań estetycznych oraz budowania tożsamości poprzez kontakt z przyrodą i kulturą. Jednocześnie celem zarządzania jest zapewnienie zrównoważonego rozwoju miast, łączącego fizyczne zdrowie i dobrobyt z jakością przyrody i etyką równości. Tym samym zintegrowane zarządzanie zmierza do wielofunkcyjności przestrzeni miejskiej, która wspiera integrację społeczną i aktywizację mieszkańców.

Koncepcja włączenia społecznego zakłada stworzenie równych warunków życia i rozwoju różnym grupom społecznym, mieszkańcom o różnym poziomie zamożności oraz zamieszkującym różne części miasta. Ważne, aby nie tworzyć zamkniętych i przestrzennie izolowanych enklaw, których mieszkańcy z różnych powodów nie mogą uczestniczyć w kreowaniu i życiu miasta.

Przyczynami wykluczenia społecznego są nie tylko ubóstwo i związane z nim bezrobocie i brak perspektywy. Czasem jest to niepełnosprawność, podeszły wiek, odległe lokalizacje dzielnic mieszkalnych, degradacja infrastruktury, poczucie zagrożenia

lub też rozproszone funkcje miasta, które zmuszają mieszkańców do przemieszczania się na znaczne odległości.

Jednak to ubóstwo jest jednym z najpoważniejszych wyzwań, ponieważ w wielu przypadkach jest dziedziczne. Dzielnice o „złej reputacji” nie przyciągają inwestorów i odstraszały zamożniejszych mieszkańców, co nasila problem (Warzywoda-Kruszyńska i Grotowska-Leder 1996; Warzywoda-Kruszyńska 1998).

Raport Rządowego Instytutu Zarządzania Wodą i Środowiskiem CIWEM z Wielkiej Brytanii (Grant 2010) wskazuje, że istnieje odwrotna zależność między zagęszczeniem zielonej infrastruktury oraz estetycznych, czystych i ogólnie dostępnych terenów publicznych, a lokalizacją terenów wykluczenia społecznego. Na przykład w Manchesterze, w dzielnicach zamożniejszych i przyciągających kapitał, tereny zieleni stanowią min. 10% powierzchni, podczas gdy w uboższych jedynie 2%. W raporcie podkreślono jednak też, że wysiłki w kierunku poprawy jakości i zarządzania przestrzenią miejską nie przyniosą oczekiwanych rezultatów bez zaangażowania mieszkańców w planowanie i wdrażanie programów miejskich. To buduje także poczucie tożsamości z miejscem i odpowiedzialności za nie.

Zintegrowane zarządzanie, poprzez udostępnianie wszystkim mieszkańcom wysokiej jakości przestrzeni publicznej, otwiera możliwości uczenia się, kontaktu z kulturą i tradycją, uprawiania sportu, obcowania z przyrodą i innymi mieszkańcami, wreszcie planowania i programowej rewitalizacji miast opartej na partycypacji społecznej. W ten sposób może skutecznie eliminować poczucie wyalienowania. Dbłość o całą przestrzeń miejską i powszechny dostęp do przestrzeni publicznej ułatwia zapewnienie czystości i ładu przestrzennego w perspektywie wieloletniej. Zintegrowane zarządzanie miastem i jego przyrodą pozwala też na wyznaczenie obszarów o szczególnych funkcjach dla lokalnych społeczności, np. przestrzeni dla rolnictwa/ogrodnictwa miejskiego, będącego formą aktywizacji ruchowej osób w podeszłym wieku, edukacji dla dzieci i młodzieży oraz źródłem dochodu dla uboższych mieszkańców miast.

Przestrzeń w miastach jest cenna z powodu jej intensywnego użytkowania oraz związanych z nią licznych i różnorodnych potrzeb mieszkańców. Zarządzanie przestrzenią w mieście wymaga stworzenia bezpiecznych warunków do życia, ochrony przeciwpowodziowej, regulacji mikroklimatu, ochrony przed podtopieniami i zanieczyszczeniami. Ważne jest także stworzenie alei i parków zlokalizowanych w obszarach nasilonego ruchu w celu zachowania czystości powietrza i ochrony przed hałasem. Wobec ograniczonego zasobu przestrzeni, tereny miejskie powinny łączyć jak najwięcej funkcji.

Z tego punktu widzenia, ochrona i dbałość o zachowanie terenów zieleni w miastach jest szczególnie opłacalna. Tereny zieleni mają bowiem większy potencjał służenia rozmaitym formom aktywności mieszkańców, niż np. dzielnice rezydencjalne, centra handlowe, biurowe i obszary przemysłowe. Tereny zieleni stanowią:

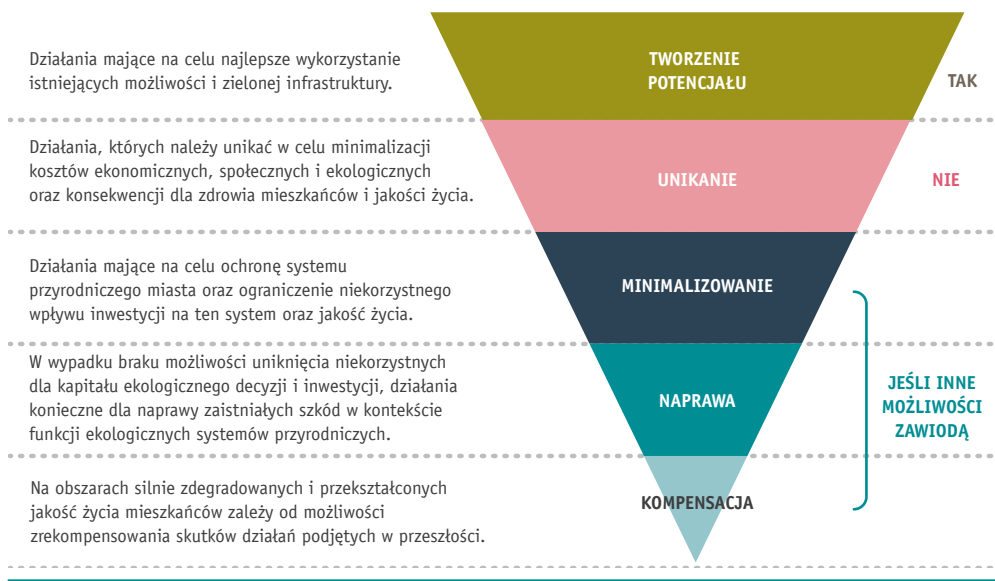
- szlaki przemieszczania się ludzi, roślin i zwierząt, enklawy zieleni i bioróżnorodności;
- tereny okresowej lub stałej retencji wody, zabezpieczeń przeciwpowodziowych;
- tereny wypoczynku, rekreacji, aktywności fizycznej — „centra zdrowia”;
- tereny pozyskiwania biomasy oraz produkcji rolniczej;
- potencjalne tereny wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych: wodnej, słonecznej, wiatrowej;
- projekty demonstracyjne dla propagowania: integracji zielonej, błękitnej i szarej infrastruktury, sztuki użytkowej i nowoczesnej architektury; technologii i inżynierii ekologicznej;
- miejsca edukacji ekologicznej, kulturalnej oraz dobrych tradycji i praktyk;
- miejsca inspiracji w zakresie nowych technologii, usług, sztuki i techniki;
- tereny promocji, reklamy i sprzedaży pomysłów i usług, np. promocji lokalnych produktów, kawiarni „na kółkach”, gier miejskich;
- tereny promocji miasta i jego łączniki z regionem.

Integracja sektorowa

Zrównoważone zarządzanie miastem wymaga integracji działań wielu podmiotów odpowiedzialnych za jego współzależne aspekty. Biorąc pod uwagę krytyczne obszary działań, kluczowymi interesariuszami, których włączenie powinno być rozpatrywane na różnych etapach współpracy, są:

- instytucje zajmujące się infrastrukturą, w tym sanitarną i deszczową;
- instytucje zajmujące się rozbudową szarej infrastruktury miejskiej, w tym dróg i transportu oraz rewitalizacją miast;
- wydziały/zakłady komunalne;
- wydziały/zakłady/pracownie planowania przestrzennego;
- wydziały ds. strategii i planowania — nowy paradygmat zarządzania wodą i przestrzenią w mieście może stać się elementem budowania jego konkurencyjności jeśli znajdzie swoje odzwierciedlenie w planach rozwoju miast;
- wydziały/instytucje ds. promocji i edukacji — dla budowania nowego wizerunku miasta, wiedzy o postępujących zmianach i zapotrzebowaniu na nie;
- instytucje i urzędy ds. ochrony przyrody;
- instytucje zajmujące się zasobami wód w skali regionu (np. RZGW) — dla utrzymania spójności polityki i strategii w zakresie zarządzania przestrzenią, przyrodą i wodą;
- urzędy marszałkowskie — w celu zachowania spójności regionalnej działań;
- instytucje prowadzące monitoring środowiska — umożliwiają monitorowanie skutków działań w przestrzeni miejskiej i podmiejskiej i zarządzanie adaptacyjne ich zasobami;
- organizacje pozarządowe — stowarzyszenia i fundacje, uczestniczące w budowaniu kapitału społecznego, włączające różnych interesariuszy w działania na rzecz miasta;
- instytucje finansujące, np. WFOŚiGW — umożliwiają dofinansowanie działań lokalnych i oddolnych inicjatyw.

Zaangażowane instytucje, na bazie analizy słabych i mocnych stron oraz możliwości i zagrożeń (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, SWOT*), wspólnie wypracowują wizję działań.



Rysunek 4. Zasady odpowiedzialnego inwestowania ONZ, opracowane i wdrażane przez UNEP Finance Initiative oraz UN Global Compact

Taka strategia wyraźnie określa zasady współdziałania, zakres kompetencji oraz wytyczne pozwalające na osiągnięcie krótko- i długoterminowych celów. Zmiana systemu zagospodarowania wód opadowych wymaga działań w różnych skalach przestrzennych i czasowych, stąd konieczne jest wypracowanie mechanizmów podejmowania spójnych decyzji na wszystkich szczeblach. Trzeba też określić system monitorowania nowych inwestycji oraz zapewnić krytyczne warunki brzegowe dla efektywnego działania infrastruktury.

Jednocześnie warto rozważyć włączenie do współpracy lokalnych firm oraz środowiska akademickiego, których praktyka biznesowa i wiedza ekspercka mogą być pomocne w weryfikacji planów działań.

Rozwiązania zintegrowane

Zintegrowane zarządzanie sprzyja stosowaniu zintegrowanych rozwiązań, maksymalizujących

korzyści dla wszystkich interesariuszy i sprzyjających równemu rozkładowi kosztów. Według piramidy odpowiedzialnego zarządzania ONZ (rysunek 4), zrównoważony rozwój wymaga przede wszystkim dostrzeżenia i wykorzystania istniejącego potencjału (kapitału) przyrodniczego i łączenia go z kapitałem społecznym oraz ekonomicznym, jak również nieustannej dbałości o jego rozwój. Rozwijając miasto, należy w pierwszej kolejności unikać presji na środowisko, w następnej przynajmniej ją minimalizować. Jeśli żadne z powyższych rozwiązań nie jest możliwe, trzeba przynajmniej zaplanować zintegrowane działania naprawcze i kompensacyjne.

Każde z rozwiązań wymaga dostosowania do lokalnych funkcji i struktury miasta oraz stopnia przekształcenia terenu i potencjału ekologicznego. Wybrane rozwiązania, odpowiadające kolejnym poziomom piramidy, przedstawiamy w tabeli 1.

Tabela 1. Możliwość łączenia działań w obrębie różnych typów zagospodarowania przestrzeni miejskiej, w celu tworzenia kapitału przyrodniczego oraz realizacji programu odpowiedzialnego i zintegrowanego zarządzania miastem dla unikania/minimalizacji/naprawy/kompensacji presji antropogenicznej

DROGI PLANOWANIE I BUDOWA	TERENY MIESZKALNE	PARKINGI I INWESTYCJE WIELKOPOWIERZCHNIOWE	TERENY REKREACJI I SYSTEM PRZYRODNICZY
<p>Wyznaczenie obszarów bezwzględnej ochrony przyrody jako systemu podtrzymującego życie oraz obszarów wielofunkcyjnych. Zachowanie krytycznej łączności terenów zieleni dla ochrony i tworzenia kapitału przyrodniczego.</p>			
<p>Zdefiniowanie rzeczywistych potrzeb w zakresie budowy dróg. Priorytetyzacja transportu alternatywnego oraz tworzenie zielonych szlaków pieszo-rowerowych zamiast nadmiernej rozbudowy dróg.</p>	<p>Ochrona terenów podmiejskich przed nowymi inwestycjami. Stworzenie finansowych i prawnych mechanizmów promujących rewitalizację i dostosowanie istniejącej infrastruktury miejskiej. Stworzenie mechanizmów kar i podatków zapobiegających zabudowie terenów zielonych i podmiejskich. Włączenie mieszkańców w tworzenie i rozwój zielonej infrastruktury, np. współpraca w projektowaniu nisek chłonnych i rowów infiltracyjnych wzdłuż dróg dojazdowych.</p>	<p>Minimalizacja potrzeb. Planowanie inwestycji w harmonii z istniejącą zieloną i szarą infrastrukturą. Zachowanie towarzyszących terenów zieleni. Wykorzystanie szarych ścieków do utrzymania lokalnej zieleni. Tworzenie projektów demonstracyjnych i edukacyjnych w centrach usługowych. Ochrona przestrzeni podmiejskiej poprzez łączenie inwestycji wielkopowierzchniowych z istniejącą infrastrukturą.</p>	<p>Planowanie i tworzenie terenów rekreacyjnych jako obszarów buforowych dla cennych zasobów przyrody. Włączanie terenów rekreacyjnych w sieć błękitno-zielonej infrastruktury. Tworzenie terenów rekreacyjnych na obszarach o gęstej zabudowie. Stosowanie niekonwencjonalnych podejść w kreowaniu zielonej infrastruktury, np. High Line Park w Nowym Jorku — park o długości 2,3 km zainstalowany na dawnym wiadukcie kolejowym.</p>
<p>Zachowanie łączności i spójności strukturalnej i funkcjonalnej wszystkich elementów przestrzeni miejskiej. Tworzenie możliwie gęstej sieci terenów wielofunkcyjnych na bazie zielonej infrastruktury. Zachowanie drzew oraz terenów zieleni o najwyższym potencjale i wrażliwości ekologicznej: ekosystemy wodne, podmokłe, lasy, półnaturalne łąki.</p>			
<p>Planowanie nowych inwestycji w miejsce już istniejących. Unikanie inwestycji drogowych, o ile nie są absolutnie konieczne, ponieważ przyczyniają się do fragmentacji krajobrazu, niszczą łączność procesów ekologicznych oraz izolują populacje zwierząt i roślin od niezbędnych zasobów. Omijanie, na etapie planowania dróg, ekosystemów wodnych i podmokłych. Omijanie, na etapie planowania dróg, krajobrazów o unikatowych cechach kulturowych. Zabezpieczenie cennych terenów wzdłuż dróg przed zabudową będącą konsekwencją rozwoju infrastruktury drogowej.</p>	<p>Pozostawienie dużych (powyżej 1 ha), zwartych terenów zieleni, zarówno leśnych, jak i rolniczych, na wczesnych etapach planowania zabudowy. Zachowanie łączności płatów zieleni oraz zapewnienie estetycznych terenów zieleni dla utrzymania aktywności ruchowej mieszkańców. Zapewnienie pełnej funkcjonalności osiedli poprzez rozwój lokalnych usług; ogranicza to ruch samochodowy oraz zapobiega migracji mieszkańców miast do obszarów podmiejskich. Zachowanie zróżnicowanego ukształtowania terenu oraz jego potencjału do magazynowania wody i zapewnienia różnorodności siedlisk.</p>	<p>Dopuszczanie nowych inwestycji jedynie na terenach zurbanizowanych, zwłaszcza „rozpełniania się miast” na skutek rozbudowy centrów logistycznych i handlowych. Planowanie inwestycji na terenach dotkniętych wykluczeniem społecznym, w celu przyciągnięcia inwestorów i ogólnej poprawy jakości środowiska. Pozostawienie dużych terenów zieleni, zarówno leśnych, jak i rolniczych. Łączenie inwestycji z alternatywnymi rozwiązaniami dla retencji wód opadowych.</p>	<p>Zdefiniowanie obszarów, w których funkcja rekreacyjna jest wtórna w stosunku do innych. Ochrona systemów wodnych, rzek, jezior, oczek wodnych, poprzez lokowanie w ich pobliżu terenów rekreacji jako stref buforowych.</p>



DROGI PLANOWANIE I BUDOWA	TERENY MIESZKALNE	PARKINGI I INWESTYCJE WIELKOPOWIERZCHNIOWE	TERENY REKREACJI I SYSTEM PRZYRODNICZY
Tworzenie miejscowych systemów infiltracji, retencji i podczyszczania wód opadowych. Zachowanie możliwie dużych fragmentów siedlisk naturalnych i rolniczych.			
Planowanie metropolitalne: zintegrowane planowanie rozwoju, zarówno miast centralnych, jak i satelitarnych. Rozbudowa systemu przejeżdż i zielonych korytarzy nie tylko w odniesieniu do autostrad, ale też wszystkich dróg o natężeniu ruchu większym niż 1000 pojazdów na dobę, w celu zapewnienia ciągłości krajobrazu. Zachowanie unikatowych kulturowych elementów krajobrazu.	Opracowanie szczegółowych wymogów i wytycznych technicznych dla budownictwa o zmniejszonej presji na środowisko (Low Impact Development). Zagęszczanie zabudowy przy jednoczesnym zapewnieniu pełnej funkcjonalności i estetyki dzielnic. Zachowanie możliwie dużych terenów zieleni miejskiej i wzbogacenie ich o gatunki rodzime.	Opracowanie szczegółowych wymogów i wytycznych technicznych dla budownictwa o zmniejszonej presji na środowisko (Low Impact Development). Konstrukcja systemów małej retencji oraz innych BMPs jako siedlisk dla zwierząt i roślin oraz metody odprowadzania wód opadowych.	Zachowanie możliwie dużych terenów zieleni miejskiej, łączników między nimi i wzbogacenie ich o gatunki rodzime. Tworzenie zbiorników i biofiltrów na ciekach miejskich jako siedlisk dla roślin i zwierząt oraz/lub ośrodków sportów wodnych i wędkarstwa.
Odtworzenie łączności między poszczególnymi elementami strukturalno-funkcjonalnymi miasta i terenami zielonymi poprzez rehabilitację rzek i ich dolin oraz tworzenie korytarzy ekologicznych.			
„Indywidualizacja” projektów w celu ich lepszej harmonizacji z krajobrazem: odtworzenie siedlisk oraz zachowanie krajobrazu kulturowego wzdłuż dróg. Zastosowanie roślinnych systemów podczyszczania wód wzdłuż dróg: rowów infiltracyjnych, oczyszczalni hydrofitowych itd.	Tworzenie sieci terenów zieleni — parków, skwerów, starych sadów, zielonych dachów. Konstrukcja systemów małej retencji oraz innych BMPs jako siedlisk dla zwierząt i roślin oraz metody odprowadzania wód opadowych. Tworzenie lokalnych oczyszczalni ścieków, w tym oczyszczalni hydrofitowych.	Łączenie obszarów inwestycji wielkopowierzchniowych z terenami rekreacyjnymi i rezydencjalnymi siecią zielonych szlaków komunikacyjnych. Konstrukcja systemów małej retencji oraz innych BMPs jako siedlisk dla zwierząt i roślin oraz metody odprowadzania wód opadowych.	Tworzenie przestrzeni rekreacyjnej z wykorzystaniem terenów opuszczonych, przemysłowych oraz działek miejskich po wyburzeniach. Konstrukcja zbiorników wodnych, fontann, oczek wodnych.
Stosowanie powierzchni biologicznie czynnych. Tworzenie zielonych łączników w postaci siedlisk pomostowych (<i>stepping stones</i>).			
Zachowanie dodatkowych terenów zieleni w granicach miasta dla kompensacji terenów utraconych pod ciąg komunikacyjny. Zastosowanie roślinnych systemów podczyszczania wód wzdłuż dróg: rowów infiltracyjnych, oczyszczalni hydrofitowych itd.	W strefach gęstej zabudowy rozbudowa mikro-infrastruktury zielonej jako elementu architektury.	Konstrukcja systemów małej retencji oraz innych BMPs jako siedlisk dla zwierząt i roślin oraz metody odprowadzania wód opadowych. Tworzenie wielofunkcyjnych terenów zieleni w obrębie inwestycji.	Tworzenie miejsc wypoczynku — skwerów i alei łączących lokalne elementy kulturowe, sztukę użytkową i rodzimą roślinność. Tworzenie zielonych szlaków umożliwiających szybkie dostanie się do terenów rekreacyjnych. Tworzenie zielonych korytarzy dla możliwie bezkonfliktowego przemieszczania się zwierząt i rozprzestrzeniania roślin.

Przykłady najlepszych praktyk

Zintegrowane zarządzanie nie dotyczy wyłącznie interdyscyplinarnego i międzysektorowego podejścia. Wymaga również działania w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Wynika to z cech zintegrowanych systemów (społecznego, gospodarczego i przyrodniczego) oraz przestrzennej i funkcjonalnej struktury miast. Już sama próba połączenia róż-

nego typu inwestycji w jeden system, sprzyjający poprawie jakości życia mieszkańców, obejmuje zarówno działania w skali kilku–kilkunastu metrów, jak i dzielnicy, całego miasta czy nawet systemu metropolitalnego. Tabela 2. przedstawia przykłady zintegrowanych działań w różnych skalach.

Tabela 2. Przykłady zintegrowanego planowania i zarządzania w skalach: miejskiej, dzielnicy i lokalnej

Programy wielkoskalowe — miasto	
<i>From Grey to Green, Portland, Stany Zjednoczone (Hoyer i in. 2011; Sustainlane, 2010)</i>	
KONCEPCJA	ASPEKTY ZINTEGROWANEGO ZARZĄDZANIA
 <p>Przebudowa miasta w kierunku decentralizacji systemu zarządzania wodą deszczową: odłączenie części dzielnic od kanalizacji deszczowej, wprowadzenie ogrodów deszczowych, rowów infiltracyjnych, zielonych dachów, zazielenianie ulic, ograniczenie powierzchni nieprzepuszczalnych. Działania prowadzone są w ramach programów: Ekodachy, Zielone Ulice, Ograniczenie przyłączy deszczówkowych, Program adaptacji do „mokrej” pogody.</p>	 <p>Zintegrowane zarządzanie pozwala na konsekwentne obniżanie presji na system kanalizacji deszczowej poprzez „uwarżliwienie” na wodę nowych inwestycji oraz odtworzenie cyklu krążenia wody w mieście, oparte na koherentnym podejściu do planowania i rewitalizacji przestrzeni. Polega to na: łączeniu ze sobą terenów zielonych i tworzeniu przestrzeni buforowej. Zieleńce, będące elementem zarządzania wodą deszczową, pełnią funkcję ogrodów publicznych i przyczyniają się do budowania tożsamości miejsca i mieszkańców. Jednocześnie stanowią one element edukacji i partycypacyjnego tworzenia strategii „Najbardziej zrównoważonego miasta w Stanach Zjednoczonych”. Zdjęcie przedstawia zagospodarowanie wody deszczowej na ulicy w Portland, Oregon, Stany Zjednoczone.</p>

Fot. Kevin Robert Perry, City of Portland

Programy wielkoskalowe — miasto

Waterplan 2, Rotterdam, Holandia (Hoyer i in. 2011; Municipality of Rotterdam i in. 2007)

KONCEPCJA

ASPEKTY ZINTEGROWANEGO ZARZĄDZANIA

Fot. <www.flickr.com/photos/stmaartenpiloot>



Stworzenie sieci wielofunkcyjnych terenów zieleni, pełniących funkcję ochrony przeciwpowodziowej oraz zwiększających atrakcyjność miasta, zwłaszcza w rejonach o gęstej zabudowie. Efektem działań ma być również: oczyszczenie wód i osiągnięcie ich dobrego potencjału ekologicznego, wymaganego przez Ramową Dyrektywę Wodną; łączenie funkcji mieszkalnej, biznesowej i rekreacyjnej; reorganizacja systemu kanalizacji miejskiej, opartego na alternatywnych metodach zarządzania deszczówką, dostosowanych do lokalnych uwarunkowań.



Fot. <www.flickr.com/photos/isobrown>

Rotterdam Waterplan 2 zaspokaja szereg potrzeb związanych z rozwojem miasta. Zdecydowano się połączyć planowanie przestrzenne oraz strategię rozwoju i tworzenia wizerunku miasta z elementami odpowiedzialnego i innowacyjnego zarządzania wodą. Pierwszym krokiem było opracowanie wizji całego miasta, którą następnie uszczegółowiono dla poszczególnych dzielnic, uwzględniając ich społeczny i kulturowy charakter oraz lokalne warunki środowiskowe. Jednostkowe, lokalne rozwiązania stały się odzwierciedleniem, w mniejszej skali, studium zagospodarowania przestrzennego (master planu) miasta, a jednocześnie wyjściem na przeciw potrzebom lokalnych społeczności. W planowaniu opierano się na długoterminowych prognozach zmian klimatycznych, społecznych i gospodarczych. Stworzono warunki komunikacji i współpracy dla wszystkich zainteresowanych, w celu uniknięcia konfliktów i stworzenia atrakcyjnej, wielofunkcyjnej przestrzeni.

Programy średniej skali — dzielnica

Cheonggyecheon Restoration, Seoul, Korea Południowa <www.globalrestorationnetwork.org>

KONCEPCJA



Zintegrowana rewitalizacja dzielnicy miasta, oparta na rehabilitacji rzeki Cheonggyecheon, będącej elementem systemu podziemnej kanalizacji. Likwidacja arterii komunikacyjnej, w celu wydobycia na powierzchnię koryta rzeki i udostępnienia go mieszkańcom oraz przyrodzie, połączona z przywróceniem kulturowej i historycznej roli rzeki. Stworzenie światowego precedensu dla odwrócenia procesów urbanizacji i zmiany priorytetów miasta.

Szczegółowe cele obejmowały:

- odnowienie infrastruktury miejskiej w harmonii z nowymi funkcjami terenu;
- stymulację rozwoju gospodarczego przez stworzenie atrakcyjnej przestrzeni;
- otwarcie doliny rzecznej i rzeki dla nowych form aktywności, np. wędkowania i kąpielii;
- edukację środowiskową i historyczną;
- odtworzenie wartości historycznych i kulturowych;
- poprawę potencjału ekologicznego rzeki, jakości powietrza i wody;
- redukcję efektu wyspy ciepła na terenach przylegających (o 3,6°C).

ASPEKTY ZINTEGROWANEGO ZARZĄDZANIA



Projekt i jego zarządzanie stanowią przykład procesu odgórnego, zainicjowanego przez władze miasta.

Ich organ — Centrum Rewitalizacji Cheonggyecheon — zrzeszała ekspertów z różnych dziedzin i sektorów oraz prowadził konsultacje społeczne, działania informacyjne i edukacyjne. Zintegrowane podejście obejmowało wszystkie poziomy działań: współpracę w likwidacji jednej z głównych arterii komunikacyjnych miasta wraz z monitoringiem zmian natężenia ruchu w centrum, planowanie ochrony przeciwpowodziowej, rozbudowę urządzeń hydrotechnicznych chroniących rzekę przed spływem ścieków deszczowych, wyznaczenie stref dla działalności kulturalnej i ekonomicznej, określenie możliwości stworzenia siedlisk dla zwierząt i roślin, zdefiniowanie źródeł wody zasilającej system w celu utrzymania min. głębokości 40 cm oraz BOD nie wyższego niż 3 mg/l, rozbudowę miejskiej oczyszczalni ścieków jako przyszłego źródła wody, powtórne wykorzystanie materiałów z rozbiórki (100% recykling stali i żelaza, 95% betonu i asfaltu) oraz wykorzystanie technik ograniczających emisję pyłów w czasie prowadzenia prac. Jednocześnie projekt poszerzono o przywrócenie historycznego wyglądu sąsiadującym ulicom.

Projekt lokalny

Potsdamer Platz, Berlin, Niemcy (Potsdamer Platz 2010)

KONCEPCJA



Budowa kompleksu komercyjno-biurowego opartego na całkowitym wykorzystaniu wód deszczowych w miejscu opadu. Stworzenie miejsca łączącego nowatorską architekturę z funkcjami ekologicznymi oraz kreującą bogatą w wodę przestrzeń śródmiejską (waterscape). Stworzenie, w oparciu o jedną inwestycję, parku wśród ciasnej zabudowy miejskiej z zarządzaniem wodą, jako funkcję integrującą.

ASPEKTY ZINTEGROWANEGO ZARZĄDZANIA



Integracja działań obejmowała połączenie wartości użytkowych, estetyki, funkcjonalności technicznej, innowacyjnej inżynierii oraz założeń ekologicznych w jeden projekt przestrzeni wielofunkcyjnej. Zintegrowane zarządzanie w skali lokalnej pozwoliło na zbudowanie infrastruktury wspierającej zarządzanie wodą: zielonych dachów, podziemnych cystern (2 600 m³), naziemnych zbiorników, w tym trójkątnego stawu, biofiltra i ekspozycji rzeźb oraz kanałów z systemem filtrów (całkowita pojemność 13 649 m³). Jednocześnie recyrkulacja wody poprzez strefy oczyszczania pozwala na zachowanie standardów sanitarnych, a stworzenie roślinnych stref buforowych nie tylko sprzyja oczyszczaniu wody, ale chroni też przed hałasem. Roślinność i zbiorniki wodne tworzą estetykę przestrzeni biznesowej, wystawienniczej, rekreacyjnej.

Podsumowanie

Zintegrowane zarządzanie miastem, jako element zrównoważonego rozwoju, jest w znacznej mierze oparte na zintegrowanym zarządzaniu zasobami, w tym wodą. Jednak kluczem do niego są kapitał społeczny (relacje) i ludzki (umiejętności i świadomość). Zmiana podejścia do zarządzania wymaga zdefiniowania systemu oceny efektywności jego wdrażania. Wobec wieloaspektowości działań, różnych skal przestrzennych i wielości grup interesariuszy, istotne jest zatem wypracowanie odpowiednich wskaźników.

W ramach realizowanego w latach 2005–2009 projektu SWITCH „Zarządzanie wodą w mieście przyszłości” <www.switchurbanwater.eu> zaproponowano 12 przykładowych wskaźników sukcesu zintegrowanego zarządzania wodą w mieście. Są to:

- ochrona cyklu hydrologicznego (na ile podjęte działania chronią lub umożliwiają odtworzenie zaburzonego cyklu krążenia wody);
- estetyka krajobrazu;
- strukturalna i funkcjonalna integracja z obszarami sąsiednimi (na ile programy realizowane w ramach zintegrowanego zarządzania wpisują się w design, strukturę, walory kulturowe i historyczne miejsc);
- poprawność projektowa (proponowane działania, projekty i programy muszą być zaplanowane w sposób, który zapewnia właściwe użytkowanie przestrzeni i potencjałów: ludzkiego, przyrodniczego i ekonomicznego oraz muszą odpowiadać lokalnym warunkom i potrzebom);
- doprecyzowanie warunków utrzymania tworzonej infrastruktury w długich okresach;
- adaptacyjność rozwiązań (przyjęte rozwiązania powinny zwiększyć adaptacyjność miasta do zmieniających się warunków społecznych, ekologicznych i ekonomicznych);
- użyteczność (wielofunkcyjność przestrzeni uwzględniająca ochronę usług ekosystemów);
- partycypacja społeczna (uwzględnienie potrzeb maksymalnej liczby interesariuszy i zaangażowanie ich na różnych etapach zarządzania);
- koszty (nie powinny przekraczać kosztów zarządzania konwencjonalnego);
- połączenie potrzeb interesariuszy;

- interdyscyplinarność planowania;
- akceptacja społeczna.

Gabe i in. (2009) zaproponowali jeszcze szerszy sposób oceny zintegrowanego zarządzania. Pojawiły się w nim dodatkowo takie aspekty, jak:

- w zakresie wpływu na środowisko przyrodnicze: wzrost integralności siedlisk, wzrost różnorodności biologicznej, poprawa jakości wody, ograniczenie zużycia energii nieodnawialnej i wody, recykling materiałów, recykling infrastruktury;
- w zakresie ekonomicznym: wzrost gospodarczy (np. liczba nowych przedsiębiorstw, projektów), niezależność ekonomiczna miasta i regionu (udział lokalnych przedsiębiorstw w PKB regionu), tworzenie miejsc pracy, generowanie zwrotu przez projekty zintegrowane (stopa zwrotu z inwestycji), obniżenie kosztów funkcjonowania gospodarstw domowych i przedsiębiorstw, minimalizowanie konieczności wykorzystania transportu samochodowego (np. długość szlaków pieszych i rowerowych, procent powierzchni dedykowanej wyłącznie ruchowi samochodowemu);
- na polu społecznym: stworzenie możliwości lokalnego rozwoju dla wszystkich grup społecznych i sektorów, bezpieczeństwo, możliwości dostępu do infrastruktury oraz zieleni różnych grup interesariuszy na wszystkich etapach życia (np. procent przestrzeni dostosowanej do potrzeb osób w podeszłym wieku, edukacyjna wartość przestrzeni miejskiej);
- na polu kultury: stworzenie/zachowanie unikatowości i tożsamości miejsc (np. zachowanie i eksponowanie krajobrazu kulturowego, unikatów przyrodniczych), zachowanie kulturowej odrębności mieszkańców, zachowanie ciągłości tradycji lokalnych (np. procent zachowanych i zrewitalizowanych miejsc kulturowo ważnych, włączenie lokalnego wzornictwa w nowy design).

Niezależnie od przyjętych wskaźników, należy również określić czas osiągnięcia rezultatów w poszczególnych kategoriach, biorąc pod uwagę, że nie wszystkie działania przynoszą natychmiastowe efekty. Ponadto, niektóre łączy zależność przyczynowo-skutkowa, np. często społeczna akceptowalność kosztów łączy się z osiągnięciem wielofunkcyjności przestrzeni miejskiej.

Literatura

- EPA, 2010. *Green infrastructure case studies: municipal policies for managing stormwater with green infrastructure*, Washington: EPA Office of Wetlands, Oceans and Watersheds.
- Gabe, J., Trowsdale, S., Vale R., 2009. Achieving integrated urban water management: planning top-down or bottom-up? *Water Science & Technology*, 59(10), s. 1999–2008.
- Grant, L., 2010. *Multi-functional urban green infrastructure. A CIWEM briefing report*, London: Chartered Institution of Water and Environmental Management.
- Hoyer, J., Dickhaut, W., Kronawitter, L., Weber, B., 2011. *Water sensitive urban design principles and inspiration for sustainable stormwater management in the city of the future*, Berlin: Jovis Verlag.
- Municipality of Rotterdam i in., 2007. *Waterplan 2 Rotterdam. Working on water for an attractive city (English summary)*, Rotterdam.
- Bolund, P., Hunhammar, S., 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, s. 293–301.
- Peres, R., da Silva, R., 2013. Interfaces of urban environmental management and regional management: analysis of the relationship between Municipal Master Plans and Watershed Plans. *Brazilian Journal of Urban Management*, 5(2), s. 13–25.
- Potsdamer Platz, 2010. *History and ecology*, <www.potsdamerplatz.de>.
- SCWS, 2012. *In-curb water vaults*, Sarasota County Water Services <www.scgov.net>.
- Stadbyggnadskontoret, 1995. *Stockholms ekologiska känslighet*, Stockholm: Stadsbyggnadskontoret.
- Wagner, I., Krauze, K., Zalewski, M., 2013. Błękitne aspekty zielonej infrastruktury. *Zrównoważony Rozwój — Zastosowania*, 4, s. 145–155.
- Warzywoda-Kruszyńska, W., red., 1998. *Życie i pracować w enklawach biedy*. Łódź: Instytut Socjologii UŁ.
- Warzywoda-Kruszyńska, W., Grotowska-Leder, J., 1996. *Wielkomijska bieda w okresie transformacji*. Łódź: Instytut Socjologii UŁ.
- WERF (Water Environment Research Foundation), 2009. *User's guide to the BMP and LID whole life cost models. Version 2.0*, Alexandria, VA: WERF.

Dobre praktyki zarządzania wodą deszczową w miastach

Wprowadzenie

Wzorem poprzednich poradników z serii „Zrównoważony Rozwój — Zastosowania”, na zakończenie przedstawiamy zbiór dobrych praktyk. Skoncentrowaliśmy się na przykładach pokazujących innowacyjne sposoby zarządzania wodą w przestrzeni miasta, zwłaszcza wodami opadowymi. Tradycyjnie, szerszy wybór dobrych praktyk zamieściliśmy na stronie internetowej <www.uslugiekosystemow.pl>. Znajdujące się tam opisy rozbudowane są o bardziej szczegółowe informacje, m.in. odniesienia do literatury, aktywne linki do zasobów internetowych, bardziej rozbudowane charakterystyki, dodatkowe zdjęcia.

Dobre praktyki zostały opracowane przez uczestników i uczestniczki szkolenia e-learningowego pt. „Zastosowania zrównoważonego rozwoju”. Przeprowadziła je Fundacja Sendzimira wiosną 2014 r. jako fazę przygotowawczą Akademii Letniej „Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce”. Wyboru i redakcji dobrych praktyk dokonała Joanna Klak — liderka zespołu nauczycielek i nauczycieli szkoleń e-learningowych Fundacji Sendzimira.

Słowa kluczowe: wody opadowe, infiltracja, retencja, finansowanie, zagospodarowanie wód opadowych.

Spis dobrych praktyk

Zrównoważony system odprowadzający wodę deszczową (Augustenborg, Malmö)	117
Fot. Henrik Ahldin	
Zdecentralizowane zarządzanie wodą deszczową (Hohlgrabenäcker)	118
Fot. Wikimedia Commons	
SUDS dla szkół (Londyn)	119
Fot. Fundacja Sendzimira/mat. własne	
Rzeka na terenie zakładów przemysłowych (Kingston)	120
Fot. Dzięki uprzejmości Urzędu Miasta Kingston	
Przyuliczne ogrody (San Francisco)	121
Fot. Friends of the Urban Forest < www.fuf.net >	
Zbieranie wód opadowych z dużego osiedla mieszkaniowego (Queensland)	122
Fot. Brisbane City Council	
Zielone miasto, czysta woda (Filadelfia)	123
Fot. Philadelphia Water Department < www.phillywatersheds.org >	
Zielone dachy na lotnisku O'Hare (Chicago)	124
Fot. Chicago Department of Aviation (CDA) < www.flychicago.com >	
System zbierania wody z dachów w mieście (Warrnambool)	125
Fot. Wannon Water	
Park Houtan (Szanghaj)	126
Fot. Turenscape	
„Człowiek–Przyroda–Technologia” — koncepcja zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi (Kronsberg, Hanower)	127
Fot. EURIST	



Zrównoważony system odprowadzający wodę deszczową

Augustenborg, Malmö (Szwecja), lata realizacji: 1998–2014

Kompleksowa rewitalizacja osiedla Augustenborg opierała się na idei zrównoważonego rozwoju. Jednym z głównych celów w zakresie gospodarowania wodą była minimalizacja ryzyka podtopień i powodzi poprzez budowę spójnej sieci odwadniającej, przypominającej naturalną sieć hydrograficzną. Ważnym aspektem było włączenie mieszkańców w proces rehabilitacji środowiska przyrodniczego.

Problem: okolica Augustenborga borykała się z kryzysem społeczno-gospodarczym, jak również z lokalnymi podtopieniami, spowodowanymi przeciążoną kanalizacją ściekową. Przystarzały system odprowadzania ścieków nie był w stanie odprowadzać wody deszczowej, ścieków domowych i wody spływającej z innych części miasta. Powodzie powodowały zniszczenia w garażach podziemnych i piwnicach oraz podtopienia lokalnych dróg i chodników. Nieoczyszczone ścieki często były zrzucane do cieków wodnych, ponieważ oczyszczalnia ścieków nie była w stanie ich oczyścić.

Rozwiązanie: Projekt realizowany był wspólnie przez radę miasta i tamtejszą spółdzielnię mieszkaniową, przy udziale mieszkańców Augustenborga, którzy dzięki temu podnieśli swoją świadomość nt. znaczenia wody deszczowej oraz potrzeby zarządzania nią.

Jednym z głównych etapów projektu była budowa otwartego systemu kanalizacji deszczowej, dzięki któremu możliwe stało się zarządzanie wodą opadową. Woda spływająca z dachów i innych powierzchni jest zbierana systemem kanałów, rowów, stawów i terenów podmokłych, a jej nadmiar trafia do tradycyjnego systemu kanalizacji deszczowej. Korzyści z takiego otwartego systemu kanalizacji są następujące: urozmaica kra-

jobraz, jest miejscem życia roślin i zwierząt preferujących wodne siedlisko, stwarza możliwości aranżacji przestrzeni na potrzeby wypoczynkowe mieszkańców.

W 2001 r. wprowadzono także zielone dachy i powstał pierwszy na świecie ogród botaniczny na dachu. W Augustenborgu znajduje się Skandynawski Instytut Zielonych Dachów (Scandinavian Green Roof Institute), ważny ośrodek badawczy technologii mających zastosowanie w konstrukcji zielonych dachów. System odprowadzania wody deszczowej i zielone dachy zatrzymują ok. 70% całej wody deszczowej z obszaru 32-hektarowej dzielnicy.

Inicjatywa wdrażana w Augustenborgu została uznana za pionierskie podejście do zrównoważonego systemu odprowadzającego wodę. Badania wskazują, że Augustenborg stał się atrakcyjną, wielokulturową dzielnicą, w której obrót najmu spadł o prawie 20%. W podobnym zakresie zmniejszył się negatywny wpływ na środowisko.

Koszt inwestycji: całkowity koszt inwestycji wyniósł ok. 22 mln EUR (ok. 92 mln PLN)

Instytucja odpowiedzialna: miasto Malmö w partnerstwie z MKB (spółka budownictwa socjalnego)

Opracowanie: Deana Jurada



Zdecentralizowane zarządzanie wodą deszczową

Hohlgrabenäcker (Niemcy), w realizacji od 2003 r.

Hohlgrabenäcker to nowe osiedle na obrzeżach Stuttgartu, gdzie wdrożono zdecentralizowane zarządzanie wodą deszczową. Głównym celem było obniżenie kosztów gospodarki wodnej poprzez zastosowanie zielonych dachów, chodników z przepuszczalnymi powierzchniami oraz zbiorników zbierających wodę deszczową z dachów i powierzchni nieprzepuszczalnych.

Problem: na terenie przewidzianym pod nowe osiedle, istniejące kanały ściekowe miały ograniczone możliwości odprowadzania wody. Dlatego władze Stuttgartu oczekiwały zmniejszenia odpływu wody deszczowej z Hohlgrabenäcker do maksymalnie 30%. Ponadto gleby, występujące na obszarze przewidzianym pod zabudowę, nie nadawały się do infiltracji wód deszczowych, a strome zbocza wykluczały możliwość zastosowania technik powierzchniowej infiltracji. Ponieważ miasto Stuttgart pobierało tzw. opłatę deszczową (zależną od nieprzepuszczalności powierzchni), chciano obniżyć koszty związane z tą opłatą.

Rozwiązanie: wprowadzono różne elementy zdecentralizowanego zarządzania wodą deszczową:

- obowiązkowe zielone dachy z minimalną głębokością podłoża 12 cm w gęściej zabudowanych obszarach (stanowią lokalne elementy magazynujące wodę deszczową, chronią zasoby naturalne, obniżają temperaturę powietrza i spełniają funkcje estetyczne, zajęły 0,18 ha);
- podziemne zbiorniki stosowane tam, gdzie zielone dachy nie są obowiązkowe (zbierają wodę opadającą z terenów utwardzonych, która może być następnie wykorzystywana do nawadniania ogrodów i w gospodarstwach domowych do spłukiwania toalet itd., 56 szt.);

- przepuszczalne powierzchnie tam, gdzie było to możliwe (16 000 m²);
- nowa kanalizacja deszczowa w miejscach publicznych, która umożliwiła bezpośrednie odprowadzanie wody deszczowej do cieku wodnego.

W projekt zaangażowani byli eksperci z różnych specjalizacji: urbanistyki, inżynierii wodnej, architektury krajobrazu i architektury. Na etapie projektowania mieszkańcy nie byli zaangażowani, natomiast po wybudowaniu osiedla zostali poinformowani o wymaganiach odnoszących się do zielonych dachów i zbiorników podziemnych. Są odpowiedzialni za ich utrzymanie na terenach prywatnych. Osiedle Hohlgrabenäcker uzyskuje znaczne oszczędności dzięki wdrożeniu technik zarządzania wodą — całkowity koszt wykonania zastosowanych technologii jest znacznie mniejszy niż koszt konwencjonalnych rozwiązań. Dodatkową korzyścią jest to, że mieszkańcy są świadomi obecności wody deszczowej (poziom wody w zbiornikach) oraz jej wartości (oszczędności w zużyciu wody pitnej).

Koszt inwestycji: do 2014 r. 532 900 EUR (ok. 2,2 mln PLN)

Instytucja odpowiedzialna: gmina Stuttgart
Opracowanie: Gabriela Bieniek



SUDS dla szkół

Londyn (Wielka Brytania), w realizacji od 2013 r.

W 2013 r. wprowadzono szereg ulepszeń na terenie Szkoły Podstawowej Hollickwood w ramach projektu SUDS for Schools, którego celem była poprawa jakości wody i zagospodarowania wody deszczowej w rejonie dorzecza Pymmes Brook. Projekt skierowany był do szkół w północnym Londynie.

Problem: projekt miał na celu rozwiązanie dwóch problemów: powodzi oraz niskiej jakości wody. Teren, na którym położona jest szkoła, charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu. Powodowało to, że woda spływająca z wyżej położonych terenów zalewała niżej położone obszary, na których znajdują się place zabaw i boiska, więc nie można było z nich korzystać po ulewnych deszczach. Kolejnym problemem była jakość wody. Wody opadowe i gruntowe niosły ze sobą osady do dopływu Pymmes Brook, pogarszając jakość wody w rzece, a ponadto wywierały negatywny wpływ na siedliska znajdujące się w zlewni.

Rozwiązanie: system zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych (*Sustainable Urban Drainage System*, SUDS) pozwala zmniejszyć negatywny wpływ urbanizacji na zarządzanie wodami powierzchniowymi. Celem SUDS jest odwzorowanie naturalnych funkcji środowiska w odniesieniu do retencjonowania wody deszczowej. System składa się z zagłębień infiltracyjnych, ogrodów deszczowych, przepuszczalnych nawierzchni oraz zielonych ścian i dachów. Projekt SUDS for Schools jest wspólną inicjatywą organizacji Wildfowl & Wetlands Trust (WWT), Agencji Ochrony Środowiska i firmy Thames Water. Do udziału w projekcie wybranych zostało 10 szkół z dzielnicy North London, wśród nich Hollickwood.

Główne problemy, tj. powódzie i jakość wody, zostały rozwiązane poprzez stworzenie miejsc zatrzymania i retencji wód opadowych. Woda deszczowa z części powierzchni dachowej jest odprowadzana do nowoutworzonego ogrodu torfowego, porośniętego rodzimymi roślinami mokradłowymi (ogród został połączony z terenami rekreacyjnymi wokół szkoły i jest miejscem spotkań dla rodziców i dzieci). Nadmiar wody jest rozprowadzany systemem rowów i niecek chłonnych (na tym etapie dochodzi także do infiltracji), a w ostateczności odprowadzany do kanalizacji deszczowej. Szkoła Hollickwood zarządza systemem, wykorzystując wsparcie oferowane przez WWT.

Uczniowie i nauczyciele zostali zaangażowani w projekt już na etapie projektowania i nasadzeń. Ponadto projekt nie tylko chroni istniejące miejsca zabaw, ale tworzy nowe. Dzięki temu uczniowie są bardziej świadomi konieczności zrównoważonego zarządzania wodą opadową oraz funkcji i wartości, jakie mają mokradła dla ludzi, fauny i flory.

Koszt inwestycji: do 2014 r. 15 000 GBP (ok. 78 500 PLN), nie wliczając w to VAT oraz kosztów zarządzania projektem, wynagrodzenia dla WWT i nasadzeń

Instytucja odpowiedzialna: WWT, Agencja Ochrony Środowiska, Thames Water
Opracowanie: Nina Markowska



Na terenie zakładów przemysłowych

Kingston (Australia), lata realizacji: 2008–2013

Teren zakładów przemysłowych poddano gruntownej rewitalizacji, która objęła m. in. system zagospodarowania wód opadowych. Infrastruktura trzech ulic została tak przeprojektowana, że obecnie jest możliwe przechwycenie 4 000 m³ wody deszczowej rocznie. Zapewnia to ochronę rzeki Mordialloc i umożliwia nawadnianie terenów osiedla.

Problem: punktem wyjścia dla projektu była konieczność poprawy stanu nawierzchni dróg i kanalizacji.

Kingston to jeden z najbardziej uprzemysłowionych obszarów w Australii, na którym funkcjonuje około 4200 firm, zatrudniających 27 000 pracowników. Autorzy projektu podkreślali, że obszary przemysłowe przyczyniają się do wysokiego stężenia zanieczyszczeń, które negatywnie wpływają na jakość wód rzeki Mordialloc. Celem projektu było również zmniejszenie zużycia wody do picia.

Rozwiązanie: projekt został zainicjowany i zaprojektowany przez gminnych inżynierów we współpracy z ekspertami z Melbourne Water — jednego z pionierów wdrażania rozwiązań z zakresu planowania miasta ukierunkowanego na wodę (*Water Sensitive Urban Design*, WSUD). Zadania realizowane w ramach projektu obejmowały przeprojektowanie trzech ulic: wykonano dwa nowe kolektory deszczowe, zbudowano 54 rowy infiltracyjne wzdłuż dróg, przyczyniające się do zatrzymywania zawieszin, a 330 m² powierzchni dróg i parkingu pokryto nawierzchnią przepuszczalną.

Przeprojektowane drogi umożliwiają gromadzenie wody spływającej z jezdni i dachów w celu ochrony pobliskiego potoku, nawadniania przyległego parku i ulicznych drzew oraz zapewniają zwięk-

szoną ochronę przeciwpowodziową. Dwa osadniki usuwają zawiesziny z wody, która następnie jest gromadzona w podziemnym systemie zbiorników retencyjnych (61 metrów rur o średnicy 2,4 m). Nadmiar wód opadowych odprowadzany jest bezpośrednio do rzeki, z pominięciem systemu oczyszczania. Woda ze zbiorników retencyjnych przepompowywana jest do systemu hydrofitowego o powierzchni 180 m². W systemie tym rośliny uzdatniają wodę, usuwając z niej metale i biogeny. Uzdatniona woda, gromadzona w naziemnym zbiorniku o pojemności 240 m³, wykorzystana jest do nawadniania.

Dzięki podejmowanym od początku projektu działaniom informacyjno-edukacyjnym, zwiększono świadomość społeczną i wiedzę na temat gospodarowania wodami opadowymi. W każdej fabryce znajdującej się w zlewni odbyła się kampania edukacyjna, aby wyjaśnić sposoby, które mogą zmniejszyć ilość zanieczyszczeń emitowanych do środowiska. Wydano także biuletyny informacyjne projektu i umieszczono reklamy w lokalnej gazecie oraz zamieszczano informacje na stronie internetowej lokalnego samorządu.

Koszt inwestycji: 2,8 mln AUD (ok. 8 mln PLN)

Instytucja odpowiedzialna: władze miasta

Kingston

Opracowanie: Elgars Felcis



Przyuliczne ogrody

San Francisco (Stany Zjednoczone), w realizacji od 2013 r.

W San Francisco zlewnia w obrębie miasta pokryta jest w większości nieprzepuszczalnymi powierzchniami, takimi jak beton i asfalt, z których wody opadowe odprowadzane są przede wszystkim do kanalizacji miejskiej. Przyuliczne ogrody, wykorzystujące naturalne procesy zachodzące w glebie i roślinach, zapewniają retencję wody i jej oczyszczanie, zmniejszają również obciążenie miejskiej sieci kanalizacyjnej.

Problem: na skutek uszczelnienia powierzchni, w czasie ulewnych opadów dominuje spływ powierzchniowy, a wody opadowe nie mają możliwości infiltracji do gruntu. Wody opadowe, przepływając przez powierzchnie utwardzone, ulegają zanieczyszczeniu — wypłukują chemikalia, zawiesiny i inne zanieczyszczenia. Miejski system kanalizacji ma ograniczoną przepustowość. W przypadku pojawiania się dużej ilości wody, dochodzi do podtopień budynków i zalewania, co potęguje korki drogowe i stwarza ryzyko wypadków. Co więcej, nadmiar wody, odprowadzony kanalizacją poprzez przelewy burzowe, służy bezpośrednio do zatoki, a to wiąże się z wysokimi kosztami finansowymi.

Rozwiązanie: projekt Sidewalk Garden, który jest częścią większego programu (Urban Watershed Assessment in the Sewer System Improvement Program), jest inicjatywą agencji publicznych, firm inżynierskich i projektowych, organizacji pozarządowych, ekspertów oraz mieszkańców San Francisco. W ramach projektu betonowe chodniki są zastępowane przyulicznymi ogrodami, które przechwytywają wodę opadową i przez to zmniejszają obciążenie sieci kanalizacyjnej, a jednocześnie upiększają ulice i przyczyniają się do ochrony środowiska.

Przyuliczne ogrody powstają między chodnikiem a budynkami i ulicami. Lokalne prawo stanowi, że chodnik powinien mieć szerokość ok. 180 cm, a więc szersze chodniki mogą być zwężane na potrzeby ogrodu przyulicznego. Z przejść łączących chodnik z ulicą najczęściej usuwany jest beton, a w jego miejsce układana przepuszczalna nawierzchnia. Typowy ogród składa się z rodzimych i odpornych na suszę roślin, kostki brukowej, otoczki z kamienia i ściółki z kory.

Mieszkańcy i organizacje pozarządowe mogą złożyć projekt ogrodu przyulicznego i dostać pozwolenie na jego utworzenie. Dla właścicieli nieruchomości, koszt zazielenienia okolicy to zaledwie koszt uzyskania zezwolenia na utworzenie przyulicznego ogrodu (około 160 USD). Pozostałe koszty, w tym usuwania betonu oraz nowych materiałów i roślin, są pokrywane przez partnerstwo wymienionych niżej instytucji odpowiedzialnych za projekt.

Instytucja odpowiedzialna: San Francisco Water Power Sewer (Services of the San Francisco Public Utilities Commission) i Friends of the Urban Forest (organizacja pozarządowa)
Opracowanie: Olga Galblaub



Zbieranie wód opadowych z dużego osiedla mieszkaniowego

Fitzgibbon (Queensland, Australia), lata realizacji: 2009–2014

Celem projektu FiSH (Fitzgibbon Stormwater Harvesting) jest zbieranie wód opadowych z obszaru mieszkaniowego Fitzgibbon Chase o powierzchni 290 ha i dostarczanie 89 000 m³ oczyszczonej wody deszczowej rocznie do wykorzystania. Inwestycja pozwala na gromadzenie wód opadowych z obszaru miejskiego, z wykorzystaniem obróbki wstępnej, i jej przechowywanie w zadaszonym zbiorniku, a także oczyszczanie poprzez filtrację i dezynfekcję.

Problem: głównym problemem były bardzo niskie zasoby wody, spowodowane wieloletnimi suszami. Chciano zwiększyć samowystarczalność społeczności miejskich poprzez utworzenie dużego systemu zbierania wody deszczowej. Dodatkowo, stworzony system miał umożliwić zmniejszenie zanieczyszczenia wody deszczowej i podnieść jakość wody tak, by spełniać obowiązujące w Australii wytyczne i nie być drogi.

Rozwiązanie: w ramach projektu FiSH woda deszczowa nie jest kierowana do głównej kanalizacji, a podlega uzdatnieniu i może być wykorzystywana np. do podlewania ogrodu, spłukiwania toalet, mycia samochodów i podlewania zieleni w przestrzeniach publicznych. Wody opadowe są zbierane z miejskiego obszaru o powierzchni 290 ha i przepompowywane przez osadniki do laguny mogącej pomieścić 5000 m³ wody. Przechwytywane i retencjonowane jest tam ok. 10% średniego rocznego odpływu wody deszczowej.

Woda jest oczyszczana, a jej jakość monitorowana, aby zapewnić obowiązujące normy. Przez układ oczyszczania wód opadowych przepływa ok. 400

m³ wody dziennie. Wstępna filtracja jest przeprowadzana przy użyciu automatycznego sita, filtry piaskowe zapewniają filtrację główną, a następnie aktywnym węglem usuwa się związki organiczne. Na końcu dochodzi do dezynfekcji promieniowaniem UV i chlorowania. Projekt cieszy się powszechną aprobatą — panuje opinia, że jest to przyjazne dla środowiska rozwiązanie, które poprawia estetykę okolicy. Projekt spełnił oczekiwania i przyniósł korzyści zarówno środowiskowe, jak i społeczne:

- mniejsze zapotrzebowanie na ograniczone zasoby wodne;
- korzyści edukacyjne;
- poprawa estetyki okolicy;
- wzrost użyteczności i wartości gruntów pod zabudowę;
- poprawa stanu ekologicznego arterii wodnych.

Koszt inwestycji: ok. 17 milionów AUD (ok. 49 mln PLN)

Instytucja odpowiedzialna: Urban Land Development Authority i Queensland Water Commission

Opracowanie: Małgorzata Markowska



Zielone miasto, czysta woda

Filadelfia (Stany Zjednoczone), w realizacji od 2011 r.

Rozpoczęty w 2011 roku projekt Green City, Clean Waters (GCCW) jest 25-letnim planem z wizją „zjednoczenia Filadelfii z otaczającym środowiskiem wodnym, w celu stworzenia zielonego dziedzictwa, poprzez osiągnięcie równowagi między ochroną środowiska, rozwojem gospodarczym i społecznym”. Opiera się na zastosowaniu zrównoważonej gospodarki wodnej w połączeniu z zieloną infrastrukturą deszczową.

Problem: stały rozwój aglomeracji Filadelfii wpływa na jej zasoby wodne: pogarsza jakość wody, a ekosystemy i drogi wodne ulegają degradacji. Ponadto, w wyniku urbanizacji zwiększa się udział powierzchni nieprzepuszczalnych, które tworzą barierę dla naturalnej retencji i infiltracji wody deszczowej.

Rozwiązanie: w 2011 roku Departament Ochrony Środowiska Filadelfii i Departament ds. Wody Filadelfii podpisały umowę o rozpoczęciu realizacji projektu GCCW. Projekt ten składa się z szeregu polityk, rozporządzeń, innowacji i wymagał zaangażowania ekspertów oraz uczestnictwa lokalnej społeczności. Kładzie nacisk na zieloną infrastrukturę deszczową, która zawiera szereg systemów hydrofitowych, które przechwytyują wodę opadową. Część wody jest następnie infiltrowana w głąb ziemi, część wyparowuje do atmosfery, a część trafia do kanalizacji ściekowej. GCCW sprzyja zrównoważonemu rozwojowi, integrując kwestie wpływu na środowisko przyrodnicze, społeczeństwo i gospodarkę. Oczekuje się, że społeczeństwo odniesie korzyści dzięki wdrożeniu rozwiązań z zakresu zielonej infrastruktury, m.in. stworzone zostaną tereny zieleni, wzrośnie wartość nieruchomości, wzrośnie absorpcja CO₂ itp.

Do marca 2014 r. następujące elementy zielonej infrastruktury zostały zrealizowane: posadzone drzewa mające zatrzymywać odpływ wód deszczowych, rozmieszczono donice deszczowe oraz urządzenia do sztucznego nawadniania i donice przelotowe, utworzono zielone wysepki wcinające się w jezdnię, założono ogrody deszczowe, niecki i rowy chłonne, rowy infiltrujące/magazynujące wodę, wykonano chodniki o przepuszczalnej powierzchni oraz mokradła. W ramach projektu, w dłuższej perspektywie odtworzone zostaną naturalne warunki siedliskowe na ciekach wodnych oraz zbudowane zielone ulice, zielone szkoły, otwarte przestrzenie publiczne z zielenią.

Projekt angażuje wielu lokalnych interesariuszy: mieszkańców, firmy, szkoły. Są oni zapraszani do podejmowania różnych działań, np. dotyczących „zielonych” budynków, „zielonych” projektów infrastrukturalnych i programów partnerskich. Organizowane są również imprezy i warsztaty dla lokalnej społeczności.

Koszty inwestycji: planowany budżet na 25 lat wynosi 2 mld USD (ponad 6 mld PLN)

Instytucja odpowiedzialna: Philadelphia Water Department (PWD)

Opracowanie: Iva Valčić



Zielone dachy na lotnisku O'Hare

Chicago (Stany Zjednoczone), w realizacji od 2006 r.

Projekt zachęca do instalacji ogrodów na dachach obiektów lotniskowych. Głównym celem jest zmniejszenie efektu miejskiej wyspy ciepła, oszczędność energii i zmniejszenie odpływu wody deszczowej. Projekt zrealizowany w Chicago pokazuje, że instalowanie na dachach obiektów lotniskowych ogrodów jest rozwiązaniem praktycznym i opłacalnym.

Problem: lotnisko O'Hare to duży obszar o nieprzepuszczalnych powierzchniach, a dachy porośnięte roślinnością zwiększają retencję i filtrację wód deszczowych. Drugim problemem jest tzw. efekt wyspy ciepła, która powoduje podwyższenie temperatury w mieście w okresie letnim. Prowadzi to do nadmiernego zużycia energii na klimatyzację, co może prowadzić do zwiększenia zanieczyszczeń pochodzących z produkcji energii elektrycznej. Roślinność na dachach poprawia izolację cieplną, przez co pomaga obniżyć koszty ogrzewania zimą i chłodzenia latem.

Rozwiązanie: departament ds. lotnictwa w Chicago na 12 obiektach na lotnisku O'Hare (ponad 3 ha) utworzył zielone dachy, m.in. na centrum sterowania systemem oświetlenia, parkingach i pomieszczeniach wypożyczalni samochodów. Po raz pierwszy na świecie zielony dach został utworzony na wieży kontroli lotów.

Dzięki zielonym dachom można zatrzymać odpływ 70–90% wody deszczowej w okresie letnim

i 25–40% w zimie. Na budynku głównej sortowni firmy FedEx zielony dach zatrzymuje około 2 000 m³ wody deszczowej rocznie. Oszczędność energii wynosi około 0,20 USD na stopę kwadratową rocznie. Zielony dach na budynku firmy FedEx przyniesie oszczędności energii w wysokości ok. 35 000 USD rocznie i 1 400 000 USD w perspektywie 40-letniej. Kolejną zaletą jest to, że fale dźwiękowe wytwarzane przez maszyny budowlane, ruch pojazdów i samolotów, są absorbowane przez gleby i rośliny znajdujące się na powierzchni dachu. 2,5-centymetrowa warstwa roślinności na dachu może zmniejszyć poziom dźwięku przedostającego się do budynku o około 40 decybeli. Zielony dach na lotnisku wpisuje się w nową wizję całego miasta, w którym zielone dachy są promowane na szeroką skalę.

Koszt inwestycji: do 2014 r. ok. 10 mln USD (ok. 31 mln PLN)

Instytucja odpowiedzialna: Departament ds. lotnictwa Urzędu Miasta Chicago
Opracowanie: Daniela Gluhak



System zbierania wody z dachów w mieście

Warrnambool (Australia), lata realizacji: 2010–2011

Firma Wannon Water, we współpracy z rządem centralnym i władzami lokalnymi, opracowała system zbierania wody z dachów w mieście Warrnambool. Projekt Roof Water Harvesting polega na zdecentralizowanym podejściu do zagospodarowania wody deszczowej, w ramach którego woda deszczowa jest kierowana do napowierzchniowego zbiornika, który jest połączony z systemem uzdatniania wody. Następnie woda deszczowa jest uzdatniana tak, aby spełniała normy dla wody do picia.

Problem: ciągły rozwój miasta Warrnambool powoduje dwa główne problemy z wodą: wzrost popytu na zasoby wodne oraz gwałtowny wzrost objętości spływu wody deszczowej podczas intensywnych opadów. Zwiększone zapotrzebowanie na wodę powoduje zwiększenie wykorzystania wody z pobliskiej rzeki oraz wykorzystanie dwóch zbiorników wód podziemnych, położonych 50 i 90 km od miasta, co generuje duże koszty związane z potrzebną infrastrukturą i energią. Jednocześnie odpływ wody deszczowej rośnie z powodu dużej ilości nieprzepuszczalnych powierzchni w rozwijającym się mieście.

Rozwiązanie: zaproponowane rozwiązanie wymagało budowy infrastruktury, która pozwala na gromadzenie i oczyszczanie wody w trzech krokach. Pierwszy etap — zbieranie wody z dachów — wymaga połączenia rynien każdego domu na osiedlu z indywidualnym zbiornikiem, który jest częścią większego zdecentralizowanego systemu (właściciele domów nie byli obligowani do instalowania zbiorników, ale mogli z tego skorzystać). Drugi krok — magazynowanie wody — polega na przetransportowaniu zebranej wody systemem kanalizacji deszczowej oddzielnym od kanalizacji miejskiej. Powstała więc oddzielna sieć wodociąg-

owa o długości 2250 m oraz 4400 m mniejszych sieci przyłączeniowych. Woda zebrana z dachów domów płynie pod wpływem grawitacji do zbiornika retencyjnego Wannon Water, gdzie łączy się z wodą z rzeki. Trzeci krok — uzdatnianie wody — obejmuje wykorzystanie istniejącego w mieście zakładu uzdatniania wody. Obecnie inicjatywą objętych jest prawie 130 domów ulokowanych na 260 działkach przygotowanych pod ten projekt. W 2013 r. zebrano z ich dachów 16 mln litrów wody, tyle samo, ile w tych domach zużyto wody pitnej.

Zastosowane rozwiązanie pozwala każdemu domowi stać się prosumentem wody pitnej i znacznie zmniejszyć środowiskowe i ekonomiczne koszty zaopatrzenia w wodę. Przy projekcie współpracowały firmy prywatne i instytucje publiczne. Został on opracowany i zrealizowany przez Wannon Water, podczas gdy jego priorytety zostały określone w państwowych programach centralnych i regionalnych. Projekt był finansowany ze środków publicznych.

Koszty inwestycji: 3,8 mln USD (blisko 12 mln PLN)

Organizacja odpowiedzialna: Wannon Water
Opracowanie: Karol Grabias



Park Houtan

Szanghaj (Chiny), rozpoczęcie projektowania — 2007 r., oddanie do użytku — 2010 r.

Zadaniem stojącym przed organizatorami Światowej Wystawy Expo 2010 w Szanghaju, odbywającej się pod hasłem „Lepsze miasto, lepsze życie”, było utworzenie „zielonej wystawy” gotowej do przyjęcia dużej liczby odwiedzających. Projektując teren wystawy, nacisk położono na świadome wykorzystanie zielonej i błękitnej infrastruktury. Renaturyzacja terenu miała zapewnić: ochronę przeciwpowodziową, oczyszczanie wody, bioróżnorodność, estetykę przestrzeni publicznej, możliwości rekreacji i edukacji.

Problem: jako lokalizację pokazowego projektu towarzyszącego wystawie, wybrano teren poprzemysłowy, położony pomiędzy autostradą a brzegiem zanieczyszczonej rzeki Huangpu. Teren ten był wykorzystywany jako miejsce składowania materiałów i odpadów przemysłowych. Istniejące betonowe budowle przeciwpowodziowe były pozbawione przyrody i niedostępne dla ludzi.

Rozwiązanie: podstawą infrastruktury parku jest liniowy teren podmokły, oczyszczający wodę z rzeki Huangpu wyłącznie za pomocą metod naturalnych. Dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu terenu i doborowi gatunków roślin — kolejne terasy, kaskady i zbiorniki gromadzą zanieczyszczenia, oczyszczają oraz napowietrzają wodę. Woda jest wykorzystywana w położonym niżej Expo Park, a zastosowanie metod naturalnych przynosi oszczędności około 145 000 USD rocznie (w stosunku do wykorzystania na porównywalną skalę konwencjonalnych metod oczyszczania).

Betonowe nabrzeża zostały zastąpione kamienną opaską brzegową i obsadzone rodzimymi gatunkami roślin, które chronią zbocza przed erozją i otwierają teren dla ludzi. W ten sposób Park Houtan stanowi naturalny obszar zalewowy dla wód powodziowych. Tereny podmokłe i terasy stanowią środowisko o wysokiej różnorodności gatunków

i siedlisk. Zlokalizowana na tym terenie zieleń pochłania z atmosfery blisko 250 ton CO₂ rocznie.

Sąsiedztwo wody poprawia atrakcyjność parku jako miejsca rekreacji, odpoczynku i spacerów. W parku uprawia się m.in. ryż, słoneczniki i koniżynę, co oprócz dostarczania płodów rolnych, pozwala odwiedzającym wrócić do tradycji i doświadczyć sezonowej zmienności. Aby przypominać o niedawnej przeszłości, niektóre z obiektów poprzemysłowych zostały zachowane i wkomponowane w krajobraz.

Łącząc różne funkcje i tradycje, Park Houtan reprezentuje całościowe podejście do zarządzania przestrzenią miasta, czerpiące z tradycji chińskich. Ośiem metod, wykorzystanych przy projektowaniu parku, zostało opatentowanych. Wiele zostało powielonych przy okazji realizacji kolejnych projektów. Władze Chin oficjalnie popierają podobną metodykę działania w projektach prowadzonych na szeroką skalę w całym kraju.

Budżet: 15,7 mln USD (ok. 50 mln PLN)

Instytucje odpowiedzialne: Turenscape <www.turenscape.com>, Shanghai Landscape Construction Company, Shanghai University of Oceanography

Opracowanie: Michał Czepkiewicz



„Człowiek–Przyroda–Technologia” — koncepcja zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi

Kronsberg, Hanower (Niemcy), powstanie koncepcji — 1992 r., rozpoczęcie budowy — 1997 r.

Koncepcja zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi dla osiedla Kronsberg stanowi część kompleksowego projektu rozwoju dzielnicy mieszkaniowej w Hanowerze, który uwzględniał w równym stopniu potrzeby gospodarcze, społeczne i środowiskowe, związane z rozbudową osiedli miejskich.

Problem: osiedle powstało w późnych latach 90. XX w. na zachodnim stoku wzgórza Kronsberg i stanowiło zaplecze mieszkalne dla osób zatrudnionych przy przygotowywanej wystawie EXPO 2000 przekształcone później w mieszkania komunalne. Okoliczności powstania osiedla wymagały koncepcji budowy zgodnej z wymogami zrównoważonego rozwoju.

Rozwiązanie: teren osiedla Kronsberg prawie w całości stanowi własność komunalną, co było jednym z czynników gwarantujących sukces przedsięwzięcia. W 1993 roku władze miasta utworzyły zespoły w wydziałach: środowiska, budownictwa oraz spraw społecznych, których celem było stworzenie kompleksowej koncepcji zrównoważonego rozwoju osiedla. W ramach tych prac powstała strategia (*Wasserkonzept*), która stanowiła plan działań w zakresie gospodarowania wodami opadowymi z wykorzystaniem połączenia zielonej infrastruktury z konwencjonalnymi rozwiązaniami technicznymi. Miało to pozwolić na zatrzymanie jak największej ilości wody opadowej w miejscu jej powstania. Zaprojektowano zdecentralizowany otwarty system przechwytywania i retencjonowania wody opadowej. Woda opadowa jest gromadzona i przetrzymywana w kanałach obsadzonych trawą, następnie filtrowana przez warstwę humusu do niżej położonej warstwy wypełnionej żwirami, co pozwala na skuteczne jej retencjonowanie i oczyszczanie.

Szczególnym punktem tej koncepcji jest zintegrowany system zagospodarowania wód opadowych opracowany dla osiedlowej szkoły podstawowej. Woda opadowa jest w całości przechwytywana przez system kanałów i magazynowana w podziemnym zbiorniku. Kanały, małe stawy oraz obszary o zwiększonej pojemności retencyjnej, stanowią szczególne elementy kompozycyjne terenu wokół szkoły. Tworzą także naturalne siedliska oraz pełnią funkcję rekreacyjną. Budynek szkoły pokrywa zielony dach, który przechwytuje wodę i spowalnia jej odpływ. Zmagazynowana woda wykorzystywana jest do spłukiwania toalet oraz podlewania szkolnego ogrodu. Ten zintegrowany system pozwala na oszczędzenie rocznie około 550 m³ wody pitnej, a także stwarza możliwości edukacyjne dla uczniów szkoły.

Kronsberg jest osiedlem demonstracyjnym, pokazuje wiele dobrych praktyk nie tylko w zakresie gospodarki wodnej, ale także pozostałych aspektów zrównoważonego rozwoju. Obecnie stanowi najbardziej atrakcyjne osiedle mieszkaniowe w Hanowerze.

Koszt inwestycji: całkowity koszt budowy osiedla w latach 1997–2000 wyniósł 500 mln EUR (ponad 2 mld PLN), brak szczegółowych danych dotyczących tylko gospodarki wodnej

Instytucja odpowiedzialna: władze miasta Hanower

Opracowanie: Katarzyna Sabura

Cykl poradników dotyczących usług ekosystemów, skierowanych do pracowników administracji samorządowej, organizacji pozarządowych oraz wszystkich zainteresowanych zielenią miejską, tworzeniem błękitno-zielonych sieci, podnoszeniem jakości życia i przestrzeni publicznej w polskich miastach.

Przyroda w mieście. Usługi ekosystemów — niewykorzystany potencjał miast

Poradnik wyjaśnia koncepcję usług ekosystemów i wskazuje, jak uwzględnić je w zarządzaniu miastem. Kładzie nacisk na przeciwdziałanie barierom dla ochrony przyrody w mieście, partycypację społeczną i wycenę ekonomiczną.

Przyroda w mieście. Rozwiązania

W odpowiedzi na potrzeby zgłoszone przez czytelników i użytkowników poprzedniego poradnika, przedstawiliśmy praktyczne i szczegółowe zagadnienia związane z zarządzaniem przyrodą w mieście, dzieląc je na rozwiązania techniczne i organizacyjne.

Woda w mieście

W kolejnym poradniku przedstawiamy rozwiązania techniczne, planistyczne i systemowe, pozwalające na prowadzenie do przestrzeni zurbanizowanej ekosystemów wodnych różnej skali.



Poradniki są dostępne bezpłatnie na stronie:

www.sendzimir.org.pl/magazyn

