

# **BŁĘKITNA INFRASTRUKTURA W PROCESACH REWITALIZACJI**



**ZIELEŃ, WODA, INFRASTRUKTURA TECHNICZNA –  
BEZ GRANIC**

Publikacja powstała w ramach projektu „Program kaskadowych szkoleń dla pracowników samorządów terytorialnych w zakresie projektowania i gospodarowania zielenią w miastach”, dofinansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu priorytetowego nr. 5.5 „Edukacja ekologiczna”.

### **Zespół autorski Instytutu Rozwoju Miast i Regionów w składzie**

Katarzyna Spadło, <https://orcid.org/0000-0003-1675-2402>

Paulina Basińska, <https://orcid.org/0000-0003-3360-9886>

Aleksandra Jadach-Sepioło, <https://orcid.org/0000-0002-9464-9649>

Dominika Muszyńska-Jeleszyńska <https://orcid.org/0000-0002-1538-4719>

Bożena Goślińska <https://orcid.org/0000-0001-9408-7984>

Współpraca: Wiktoria Kowalska, Małgorzata Pawińska

### **Redakcja merytoryczna**

Katarzyna Spadło, Instytut Rozwoju Miast i Regionów

### **Redakcja serii**

dr inż. Anna Stankowska, Instytut Rozwoju Miast i Regionów

### **Recenzja**

prof. dr hab. Marek Bryx

**ISBN: 978-83-65105-61-5**



Instytut Rozwoju Miast i Regionów  
ul. Targowa 45  
03-728 Warszawa  
[www.irmir.pl](http://www.irmir.pl)



CENTRUM DORADZTWA  
REWITALIZACYJNEGO  
IRMiR

**Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Instytut Rozwoju Miast i Regionów**



Dofinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

## Spis treści

---

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Wprowadzenie.....                                                                 | 4  |
| Studia przypadków – woda na obszarach rewitalizacji .....                         | 6  |
| 1. Nabrzeża rzek wobec procesów rewitalizacji – przypadek Bydgoszczy.....         | 6  |
| 2. Wrocław – zagospodarowanie nabrzeży rzeki Oławy.....                           | 10 |
| 3. Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci elementem Strategii Rozwoju Łodzi 2020+..... | 12 |
| 4. Bydgoszcz – całościowa koncepcja miasta gąbki .....                            | 16 |
| 5. Ogrody deszczowe w Gdańsku .....                                               | 29 |
| 6. Kompleksowa poprawa integralności środowiskowej w Kartuzach .....              | 31 |
| 7. Kalisz – Plan adaptacji do zmian klimatu .....                                 | 36 |
| Podsumowanie .....                                                                | 43 |
| Bibliografia .....                                                                | 44 |
| Spis ilustracji.....                                                              | 45 |



## Od redaktora serii wydawniczej

Publikacja, którą oddajemy do Państwa rąk, stanowi trzeci tom serii monografi pt. Zielen, woda, infrastruktura techniczna – bez granic. Celem serii jest przybliienie samorządowcom, przedstawicielom organizacji pozarządowych i mieszkańcom miast wyzwań wynikających ze zmian klimatu. Szczególną uwagę poświęcamy dobrym praktykom w zakresie rozwoju zielonej i błękitnej infrastruktury, ale staramy się przedstawić tę tematykę w szerszym ujęciu. Nawiązujemy do znaczenia usług ekosystemowych dla jakości życia mieszkańców i rozwoju gospodarczego miast, a także – odwołując się do psychologii – przybliżamy powody, dla których wyzwania klimatyczne powinny być ważne dla każdego człowieka. Mamy nadzieję, że seria znajdzie Państwa uznanie jako źródło wiedzy i inspiracji.

W skład serii wchodzi następujące tomu:

- Tom I. O znaczeniu zieleni w miastach
- Tom II. Kształtowanie zieleni w procesach rewitalizacji
- Tom III. Błękitna infrastruktura w procesach rewitalizacji
- Tom IV. Psychologiczne związki człowieka z naturą
- Tom V. Miasta wobec zmian klimatu

Powstała seria monografii jest wynikiem prac realizowanych w ramach projektu pt. *„Program kaskadowych szkoleń dla pracowników samorządów terytorialnych w zakresie projektowania i gospodarowania zielenią w miastach”* prowadzonego w latach 2019-2021 przez Instytut Rozwoju Miast i Regionów w partnerstwie z Klubem Myśli Strategicznej „Inicjatywy”. Projekt jest dofinansowany z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu priorytetowego Edukacja ekologiczna.

## Wprowadzenie

---

Jednym z poważniejszych problemów, przed którymi obecnie stoją miasta, są odczuwalne skutki istniejącej zabudowy i szarej infrastruktury. Konwencjonalna inżynieria hydrauliczna (zwana obecnie szarą infrastrukturą) miała zapewniać przemieszczanie wody, w tym jak najsprawniejsze wyprowadzanie z miasta wody deszczowej. Technologie szarej infrastruktury okazują się tymczasem coraz mniej dostosowane do zmian klimatycznych, a ich funkcja zaczyna sprowadzać się do gospodarki wodno-kanalizacyjnej z wyłączeniem wody deszczowej. Ma to na celu uzupełnianie warstw wodonośnych i wzmocnienie potencjału rzek i strumieni w zapewnianiu usług ekosystemowych w miastach. Upały (upalne dni / tropikalne noce) i powodzie (po ulewnych deszczach) to podstawowe wyzwania związane z adaptacją do zmian klimatu, przed którymi stoją współczesne miasta. Od rozwiązania tych problemów zależy jakość życia mieszkańców już w najbliższej przyszłości. Miasto przystosowane do wzrastającej temperatury i wrażliwe na wodę to standard, którego zaczynają wymagać już nie ekolodzy, ale i mieszkańcy. Kluczowe działania przeciwko miejskiemu upałowi to wietrzenie, zacienienie, zwiększanie odbicia, chłodzenie przez parowanie. Nowe budynki powinny zapewniać wymianę powietrza, a inwestycja powinna zostać tak zaplanowana, aby pozostawiać jak najwięcej biologicznie czynnej powierzchni otwartej. Zabudowa miast wymaga jednak uzupełnienia o elementy wzmacniające parowanie przy chłodzeniu. Zadanie to wypełniają drzewa, miejskie mokradła, roślinność i gleby, które powinny stanowić powszechny element publicznych i prywatnych otwartych przestrzeni, a także upowszechniać się jako elementy dachów i fasad.

Błękitno-zielona infrastruktura (BZI, ang. BGI) uzupełnia, a niejednokrotnie zastępuje funkcje pełnione przez szarą infrastrukturę. BZI łączy miejskie funkcje hydrologiczne (błękitna infrastruktura) z wprowadzaniem roślinności (zielona infrastruktura) w miastach (Dreiseitl, Wanschura, 2016, s. 8). Włączenie obu tych elementów do projektowania miejskiego krajobrazu przynosi nie tylko efekty ekologiczne, ale również poprawia samopoczucie mieszkańców i wpływa pozytywnie na gospodarkę, ograniczając koszty napraw wynikających z podtopień czy jeszcze bardziej dotkliwe społecznie koszty opieki lekarskiej dla osób narażonych na negatywne skutki zmian klimatycznych.

Coraz częściej szczególną uwagę poświęca się umożliwianiu obszarom miejskim wiązania, wykorzystania, przesiąkania i odparowania deszczy, których natężenie z roku na rok systematycznie wzrasta. Na całym świecie pojawia się coraz więcej podejść do tak zwanego miasta gąbek, które pokazują zrównoważone gospodarowanie wodą deszczową w mieście (Marzuchowska, Żebrowski, 2020). Stymulowanie bardziej naturalnego bilansu wodnego w mieście oznacza zatrzymanie większej ilości wody na tym terenie lub w specjalnych zbiornikach, np. na potrzeby pielęgnacji terenów zielonych. Zwiększone parowanie trwale przyczynia się do poprawy mikroklimatu przez chłodzenie miast jako całości i pełni podobną funkcję jak pot u człowieka. Jednocześnie działania na rzecz miast gąbek można nie tylko oceniać długoterminowo, ale również w odniesieniu do krótkoterminowych, obfitych opadów.

Pierwsze miasto gąbka powstało w Chinach. Miasto Changde odpowiedziało na apel prezydenta Xi Jinpinga z 2012 roku, który po dramatycznych powodziach w całym kraju stwierdził, że „miasta powinny być jak gąbki”. W ramach dofinansowanego przez UE projektu AsiaProEcoProject pn. „Poprawa jakości wody miejskiej” inżynierowie i architekci krajobrazu z Chin i Hanoweru opracowali koncepcję oszczędnej i ekologicznej gospodarki wodnej. Obejmuje ona oczyszczalnie ścieków, przepompownie, zbiorniki na wodę deszczową, kanały i tereny zielone. Woda deszczowa jest zbierana w porze deszczowej i może być wykorzystana do zagospodarowania terenów zielonych lub jako woda

użytkowa. Jednocześnie zapobiega to zanieczyszczaniu sąsiedniej rzeki (BBSR, 2018, s. 5). Po sukcesie tego projektu w prowincji Hunan termin „miasto gąbka” weszło do powszechnego użycia i stało się elementem wielu strategii adaptacji do zmian klimatu. Główną zasadą dla funkcjonowania takiego miasta jest wypuszczanie mniejszej ilości wody na powierzchnię i ograniczenie wyrzucania jej do kanalizacji. Zamiast tego dąży się do jej magazynowania i wykorzystywania. Doświadczenia niemieckich naukowców z Changde rozwinięto w badaniu eksperymentalnym w ramach serii „Mieszkalnictwo i rozwój obszarów miejskich”) prowadzonej przez BBSR (Federalny Instytut Badań Budowlanych, Miejskich i Przestrzennych w Federalnym Urzędzie Budownictwa i Planowania Regionalnego). Tytuł projektu badawczego to „Powódzie i zapobieganie upałom poprzez rozwój obszarów miejskich – strategie i środki zarządzania wodą deszczową w przypadku gwałtownych powodzi miejskich i przegrzanych miast”. Rezultatem jest szczegółowe opracowanie, które pokazuje pożądane kierunki działania oraz studia przypadków na podstawie doświadczeń niemieckich miast (BBSR, 2015). Bogate doświadczenia niemieckie ilustruje poradnik *Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach. Katalog techniczny* (Ecologic Institute, Fundacja Sendzimira, 2019), czy opracowania o konkretnych niemieckich miastach (np. Hamburgu [Waldhoff i in., 2012, s. 84-88] czy Berlinie [SSU Berlin, 2016]).

Koncepcja miast gąbek ma znaczenie przede wszystkim dla długoterminowego planowania urbanistycznego, a ponieważ na obszarach rewitalizacji prowadzi się obecnie wiele inwestycji w przestrzeniach publicznych, tym ważniejsze staje się powiązanie gospodarki wodą w mieście i rewitalizacji.

# Studia przypadków – woda na obszarach rewitalizacji

## 1. Nabrzeża rzek wobec procesów rewitalizacji – przypadek Bydgoszczy

Woda jest powszechnym elementem działań rewitalizacyjnych, a wiele zrealizowanych w polskich miastach projektów służyło w ostatnich latach wyeksponowaniu błękitnego potencjału obszarów rewitalizacji, szczególnie terenów nadrzecznych, których zagospodarowanie ze względu na możliwości na rekreacyjno-sportowe i turystyczne staje się coraz bardziej pożądane społecznie.

Przez wiele lat miasta tylko w ograniczonym zakresie korzystały z potencjału terenów nadrzecznych do celów gospodarczych, przez co osłabiona była ich dostępność dla mieszkańców. Z tej perspektywy ostatnie lata przyniosły daleko idącą zmianę – nabrzeża stają się coraz lepiej dostępne. Powstaje infrastruktura sprzyjająca aktywnemu spędzaniu wolnego czasu nad wodą, a oferta rozrywek staje się coraz bardziej rozbudowana. Zwiększenie zainteresowania mieszkańców miast korzystaniem z terenów nadrzecznych jest dodatkowo stymulowane poprawą dostępności komunikacyjnej tych terenów: powstają ciągi pieszo-rowerowe czy ścieżki rowerowe. Pojawia się też infrastruktura od strony wody, np. przystanie i miejsca do cumowania. Tereny nabrzeży to często także dziedzictwo dawnych funkcji portowych. Dzięki projektom rewitalizacyjnym możliwe jest utrzymanie i eksponowanie reliktyw dawnych funkcji przemysłowych (portowych), obiektów dziedzictwa kulturowego i lokalnej tożsamości związanej z rzeką – dzięki kontrastowaniu z nimi wyrazistej i oryginalnej architektury współczesnej.

Zmianom urbanistycznym i przestrzenno-funkcjonalnym towarzyszą inne procesy, dzięki którym korzystanie z terenów nadrzecznych staje się coraz atrakcyjniejsze:

- poprawa stanu czystości wód – choć nie dotyczy to bezpośrednio zagospodarowania terenów nadrzecznych, to w wielu przypadkach jest warunkiem koniecznym dla dalszych działań inwestycyjnych w najbliższym sąsiedztwie rzek i kanałów;
- kształtowanie pasmowego systemu nadrzecznych, ogólnodostępnych terenów zieleni urządzonej i krajobrazowej (korytarz ekologiczny rzeki) wraz z infrastrukturą ścieżek pieszych i rowerowych, a także przyrodniczo-edukacyjnych powiązanych z miejskim systemem przyrodniczym; w strefach przyrodniczych dolin rzek ochrona terenów nadrzecznych przed niekontrolowanym i nadmiernym (intensywnym) zagospodarowaniem i zainwestowaniem;
- wprowadzanie różnych form użytkowania terenów nadrzecznych, które wymagają bezpośredniego dostępu do wody;
- dzięki programom ochrony przeciwpowodziowej zwiększa się świadomość ograniczeń zabudowy terenów nadrzecznych na cele mieszkaniowe, a jednocześnie w wielu przypadkach powstają inwestycje bezpieczne pod tym względem, które wykorzystują widok jako zasób;
- udostępnienie terenów nadrzecznych dla strefy biznesu i usług, dzięki czemu stają się one miejscem nie tylko spacerów, sportu i rekreacji, ale i aktywności biznesowej.

Jednym z kierunków ożywienia dróg wodnych i terenów nadrzecznych jest rozwój turystyki wodnej. Zauważyć można duże zaangażowanie samorządów w zagospodarowanie terenów nadrzecznych na cele turystyki wodnej. Ma to związek ze wzrostem popularności żeglugi pasażerskiej i turystyki wodnej jako sposobu aktywnego spędzania wolnego czasu i poznawania miast „od strony wody”.

Znacznie słabiej eksponowane jest zagospodarowanie terenów nadrzecznych i nabrzeży na funkcje portowe i towarzyszące. Wiąże się to z niżej ocenianą perspektywą rozwoju dróg wodnych w kontekście przewozu towarów i stworzenia realnej alternatywy dla połączeń kolejowych i drogowych. Choć i takie

działania są już planowane, np. studium lokalizacyjne dla platformy multimodalnej na Wiśle między Bydgoszczą a Solcem Kujawskim przygotowywane w ramach międzynarodowego projektu Emma.

Rewitalizacja miejskich terenów nadrzecznych zależy od wielu czynników, w tym od charakteru i wielkości miasta, wielkości rzeki, położenia i roli terenów nadrzecznych w strukturze przestrzenno-funkcjonalnej miasta.

Podstawowe znaczenie ma możliwość wyeksponowania rzeki i terenów nadrzecznych jako jednego z podstawowych, charakterystycznych elementów nowego profilu rozwojowego miasta i jego marki. Kolejnym istotnym czynnikiem jest zachowanie tożsamości miejsca i wyeksponowanie wyjątkowych, specyficznych cech obszaru nadrzecznego. Oryginalna natura tych obszarów może determinować proces projektowania, a także podkreślać unikatowe cechy tego terenu, dawne związki przestrzenno-funkcjonalne rzeki z miastem. Nie można uciekać się jedynie do sentymentalnego widzenia starych funkcji w kategorii folkloru dla turystów. Ważne jest tworzenie programów funkcjonalno-użytkowych nabrzeży w sposób odpowiadających aktualnemu stylowi życia, ale w powiązaniu z lokalną tradycją. Nawiązanie do wodnej tożsamości miejsca przy jednoczesnym nadawaniu nowych funkcji stanowi wyjątkowy potencjał takiego miejsca, gdzie spotykają się historia, teraźniejszość i wizja przyszłości.

W projektowaniu zagospodarowania nabrzeży należy szczególną uwagę zwrócić na zróżnicowanie ich funkcji w celu uniknięcia nadmiernej specjalizacji w użytkowaniu terenów nadrzecznych. Jednorodność funkcji wpływa na ryzyko np. monopolu turystycznego. Nabrzeże powinno być traktowane jako kompleksowa strefa miejska, miejsce różnorodnych, ale kompatybilnych aktywności z udziałem funkcji wypoczynkowych i rozrywkowych. W przypadku wprowadzenia jednej dominującej funkcji obszar staje się wyspecjalizowaną strefą o wzmożonej aktywności w określonej porze dnia. Wymiar funkcjonalny związany jest z określeniem nowego przeznaczenia terenu, wprowadzeniem współczesnych funkcji lub odrodzeniem dotychczasowych w nowej odsłonie (funkcje preferowane: budujące prestiż, unikatowe, indywidualizujące przestrzeń, powiązane z wodą, turystyką wodną i kulturą oraz proturystyczne, komercyjne, usługi, mieszkalnictwo i rekreacja.). Istotą przekształceń funkcjonalnych terenów nadrzecznych jest zachowanie ich wielofunkcyjności, zróżnicowanego użytkowania, a przy wprowadzaniu nowych funkcji konieczność uwzględniania ich relacji z rzeką i miastem.

Koniecznym warunkiem powodzenia działań rewitalizacyjnych na tego typu obszarach jest integracja terenów nadrzecznych z miejskimi strukturami. Ważną rolę w projektach dotyczących terenów nadrzecznych odgrywa zwiększenie ich dostępności komunikacyjnej oraz lepsze skomunikowanie rozproszonych obszarów nadwodnych, zwłaszcza przez budowę sieci ciągów pieszych i rowerowych wraz z odpowiednią infrastrukturą oraz poprzez wodne połączenia komunikacyjne, takie jak Bydgoski Tramwaj Wodny, czy modernizację struktur portowych, np. nabrzeża Zygmunta Augusta w Elblągu.

Warto także podkreślić, że ze względu na skalę tego typu projektów niezbędna jest konsekwencja w działaniu i stopniowe wdrażanie zamierzeń wynikających z dokumentów programowych i planistycznych szczebla regionalnego i lokalnego oraz łączenie inicjatyw i przedsięwzięć realizowanych na poziomie regionalnym i lokalnym lub jednostkowego projektu. Nie można również myśleć o projektach kompleksowego zagospodarowania terenów nadrzecznych jedynie przy publicznym finansowaniu. W realizacji projektów nabrzeża ważne jest zaangażowanie sektora prywatnego.

Podsumowując – w projektowaniu odnowy terenów nadrzecznych niezbędne jest uwzględnienie potrzeb różnych użytkowników rzek (szlaków wodnych) i terenów nadrzecznych zarówno tych bezpośrednich, dla których głównym celem jest transport, jak i tych pośrednich, których funkcjonowanie jest zależne od rzeki. Włączenie ich w proces rewitalizacji terenów nadrzecznych pozwala zapewnić środki na



utrzymanie najwyższej jakości tych terenów dla osób korzystających z funkcji turystycznych, sportowych i rekreacyjnych na tych terenach, a także zintegrowane podejście do planowania terenów nadrzecznych, które zakłada łączenie następujących funkcji rzeki i obszarów z nią związanych: transportowej, hydroenergetycznej, turystycznej, rekreacyjnej i retencyjnej.

Od kilkunastu lat w sferze aktywizacji rzek i przekształceń przestrzenno-funkcjonalnych terenów nadrzecznych intensywnie działa Bydgoszcz. Znajduje to odzwierciedlenie w obowiązujących i opracowywanych dokumentach planistycznych (studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Bydgoszczy, miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego) i strategicznych (Strategia Rozwoju Miasta Bydgoszczy, program operacyjny „Bydgoszcz na fali”, Program Rewitalizacji i Rozwoju Bydgoskiego Węzła Wodnego) i innych ważnych dla rozwoju miasta, takich jak Lokalny Program Rewitalizacji dla miasta Bydgoszczy czy Gminny Program Rewitalizacji. Ponadto widać to w licznych inwestycjach i przedsięwzięciach społeczno-gospodarczych oraz kulturalnych realizowanych przez sektor publiczny i prywatny.

Miasto dostrzega też możliwości płynące z transferu wiedzy i wymiany doświadczeń na płaszczyźnie międzynarodowej między podmiotami zaangażowanymi w proces transformacji frontów wodnych oraz aktywizacji dróg wodnych na różnych poziomach i etapach planowania, projektowania i realizacji tego typu przedsięwzięć. Było i jest aktywnym partnerem w projektach międzynarodowych dotyczących tematyki rewitalizacji rzek i terenów nadrzecznych w różnych wymiarach, np. transportowym (projekt „Zwiększenie mobilności towarów i logistyki w Regionie Morza Bałtyckiego poprzez wzmocnienie transportu śródlądowego i morskiego oraz promocję nowych międzynarodowych usług żeglugowych, akronim – EMMA”), społeczno-kulturowym (projekt „SHIFT-X: Dziedzictwo kulturowe motorem zmian społeczno-gospodarczych w regionach przemysłowych”) czy środowiskowym (projekt „Reuris”). Bydgoszcz od 2017 roku jest także członkiem światowej organizacji Inland Waterways International (IWI).

Efektom podejmowanych od lat 90. XX wieku działań dotyczących rzek Wisły i Brdy, Kanału Bydgoskiego i terenów nadrzecznych zlokalizowanych w ich sąsiedztwie jest atrakcyjna, śródmiejska przestrzeń nadrzeczna z rzeką Brdą jako jej główną osią rekreacyjną, z zagospodarowanymi bulwarami, małą architekturą, przystankami Bydgoskiego Tramwaju Wodnego i nową, atrakcyjną architekturą nadrzeczną. To właśnie w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Brdy i Kanału Bydgoskiego toczy się codzienne, kulturalne, sportowe i biznesowe życie miasta. Dzięki zrealizowanym inwestycjom w obszarze gospodarki wodnej, ochrony środowiska, turystyki i rekreacji oraz kultury możliwa jest organizacja wielu różnorodnych wydarzeń takich, jak: Bydgoski Festiwal Wodny Ster na Bydgoszcz, Rzeka Muzyki, Wielka Wioślarska o Puchar Brdy oraz Woda Bydgoska (zawody pływackie na rzece Brdzie w centrum miasta). Podkreślić należy fakt konsekwentnej realizacji zapisów dokumentów planistycznych i strategicznych w zakresie nadrzecznych inwestycji.



Zdjęcie 1. Festiwal Wodny Ster na Bydgoszcz – w tle historyczna i współczesna (Opera Nowa) zabudowa nadrzeczna miasta (fot. R. Sawicki)



Zdjęcie 2. Zabudowa Wyspy Młyńskiej po działaniach rewitalizacyjnych (fot. R. Sawicki)



Zdjęcie 3. Przystań jachtowa na Brdzie, zrealizowana w ramach IV etapu rewitalizacji Wyspy Młyńskiej w Bydgoszczy (fot. R. Sawicki)

Obecnie miasto kierunkuje swoje działania na zwiększenie i bardziej efektywne wykorzystanie potencjału gospodarczego rzeki w zakresie żeglugi pasażerskiej i towarowej, z wykorzystaniem potencjału rzeki Wisły (skomunikowanie morskiego, bałtyckiego portu w Gdańsku z regionem kujawsko-pomorskim, m.in. koncepcja budowy platformy multimodalnej w oparciu o przygotowane już studium lokalizacyjne), zarządzanie wodami opadowymi (projekt nr POIS.02.01.00-00-0025/16

„Budowa i przebudowa kanalizacji deszczowej i dostosowanie sieci kanalizacji deszczowej do zmian klimatycznych na terenie miasta Bydgoszczy”), a także adaptację dziedzictwa przemysłowego miasta związanego z wodą na nowe funkcje (projekt „Park Kultury. Rewitalizacja Młynów Rothera na Wyspie Młyńskiej w Bydgoszczy – etap I”). W zaadaptowanym dawnym Spichrzu Zbożowym w kompleksie budynków Młyna Rothera planowane jest m.in. uruchomienie części ekspozycyjno-edukacyjnej „Ogrody Wody”, nawiązującej do „tradycji nadrzecznych” miasta, ale i naukowych doświadczeń związanych z wodą (interaktywne wystawy i zajęcia dotyczące zjawisk fizycznych). W najbliższych latach w ramach rewitalizacji społeczno-gospodarczej dzielnicy Stary Fordon planowane są inwestycje i działania w strefie nadwiślańskiej, związane z zagospodarowaniem terenów zieleni, utworzeniem miejsc rekreacyjnych m.in. nad Wisłą, budową umocnionego nabrzeża i przygotowaniem ogólnodostępnej strefy sportowej, pola rekreacyjnego i parku przyrodniczego. Długoletnia wizja rozwoju terenów nadrzecznych w Bydgoszczy zakłada powiązanie dwóch historycznych ośrodków miejskich wzdłuż rekreacyjno-wypoczynkowej osi rzeki Brdy, budowę ciągów pieszo-rowerowych wzdłuż nabrzeży Brdy i Wisły oraz kształtowanie atrakcyjnych nadwodnych przestrzeni publicznych wraz z rozwojem małego biznesu na tych obszarach.

## 2. Wrocław – zagospodarowanie nabrzeży rzeki Oławy

Jednym z projektów rewitalizacyjnych było przeprowadzenie kompleksowego remontu nabrzeży rzeki Oławy o długości ponad kilometra między mostami Oławskim i Rakowieckim. Zakres inwestycji nie obejmował regulacji nurtu rzeki. Projekt zakładał punktowe uporządkowanie nabrzeży w pięciu miejscach – w czterech z nich powstały pomosty do cumowania kajaków, w piątym zaś wyremontowane zostało całkowicie zdegradowane betonowe nabrzeże w dawnej lokalizacji klubu kajakowego. Założeniem całego projektu było pozostawienie dzikiego, naturalnego charakteru nabrzeży przy szczególnym nacisku na uporządkowanie terenu zielonego. Inwestycja nie ingerowała w naturalną linię brzegową rzeki, gdyż zakładała zachowanie istniejącej roślinności wodnej i porastającej rzeczne skarpy, dbając w ten sposób o niepowtarzalny ekosystem Oławy.



Zdjęcie 4. Nabrzeża rzeki Oławy

Źródło: [https://www.wroclaw.pl/portal/files/galerie/rewitalizacja-nabrzeza-olawa/rewitalizacja\\_nabrzeza\\_olawa2.jpg](https://www.wroclaw.pl/portal/files/galerie/rewitalizacja-nabrzeza-olawa/rewitalizacja_nabrzeza_olawa2.jpg) [dostęp: 4.01.2021]





Zdjęcie 5. Nabrzeża rzeki Oławy

Źródło: [https://www.wroclaw.pl/porta1/files/news/23698/rewitalizacja\\_nabrzeza\\_olawa15\\_1.jpg](https://www.wroclaw.pl/porta1/files/news/23698/rewitalizacja_nabrzeza_olawa15_1.jpg) [dostęp: 4.01.2021]

W ramach realizacji projektu konieczne były „twarde” prace budowlane: wyburzenia zdegradowanej zabudowy garażowej i technicznej, wykonanie podbudowy pod ścieżki piesze i rowerowe, ułożenie sieci pod oświetlenie. Kolejnym krokiem była praca w zakresie zieleni i rekreacji – uporządkowanie istniejącej roślinności, utworzenie łąk kwietnych i nasadzeń uzupełniających podkreślających dziki i niepowtarzalny charakter nabrzeży oraz stworzenie miejsc rekreacji i odpoczynku dla mieszkańców w każdej grupie wiekowej.



Zdjęcie 6. Nabrzeża rzeki Oławy

Źródło: [https://www.wroclaw.pl/porta1/files/galerie/rewitalizacja-nabrzeza-olawa/rewitalizacja\\_nabrzeza\\_olawa19.jpg](https://www.wroclaw.pl/porta1/files/galerie/rewitalizacja-nabrzeza-olawa/rewitalizacja_nabrzeza_olawa19.jpg) [dostęp: 4.01.2021]





Zdjęcie 7. Zdjęcie 8. Nabrzeża rzeki Oławy

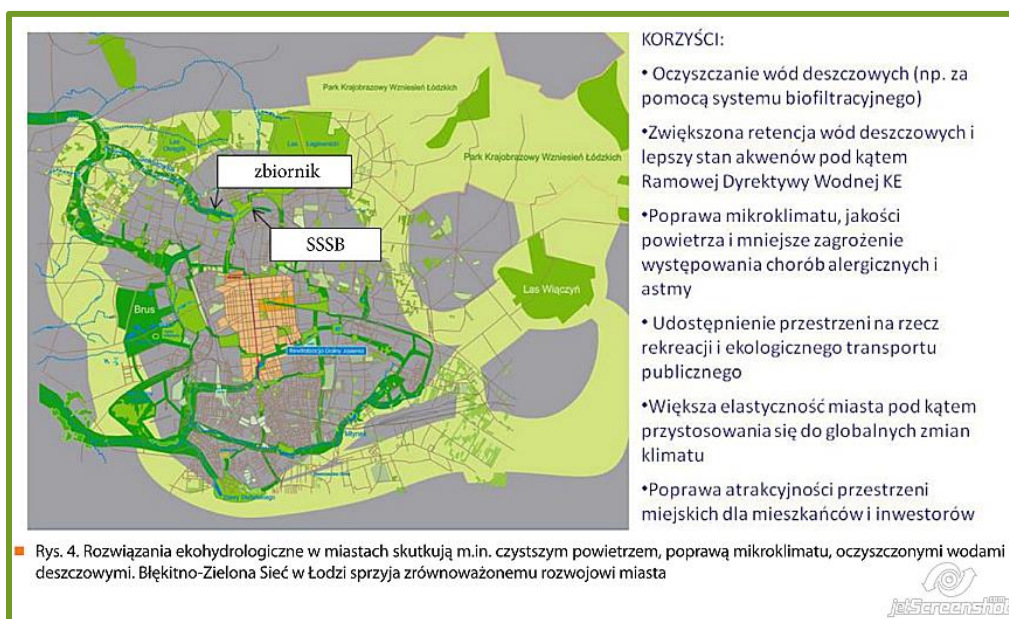
Źródło:

[https://www.wroclaw.pl/porta1/files/news/23698/\\_\\_\\_thumb/800x640/rewitalizacja\\_nabrzeza\\_olawa11.jpg](https://www.wroclaw.pl/porta1/files/news/23698/___thumb/800x640/rewitalizacja_nabrzeza_olawa11.jpg), (zdjęcie 7)

[https://www.wroclaw.pl/porta1/files/galerie/rewitalizacja-nabrzeza-olawa/rewitalizacja\\_nabrzeza\\_olawa9.jpg](https://www.wroclaw.pl/porta1/files/galerie/rewitalizacja-nabrzeza-olawa/rewitalizacja_nabrzeza_olawa9.jpg), (zdjęcie 8)

### 3. Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci elementem Strategii Rozwoju Łodzi 2020+

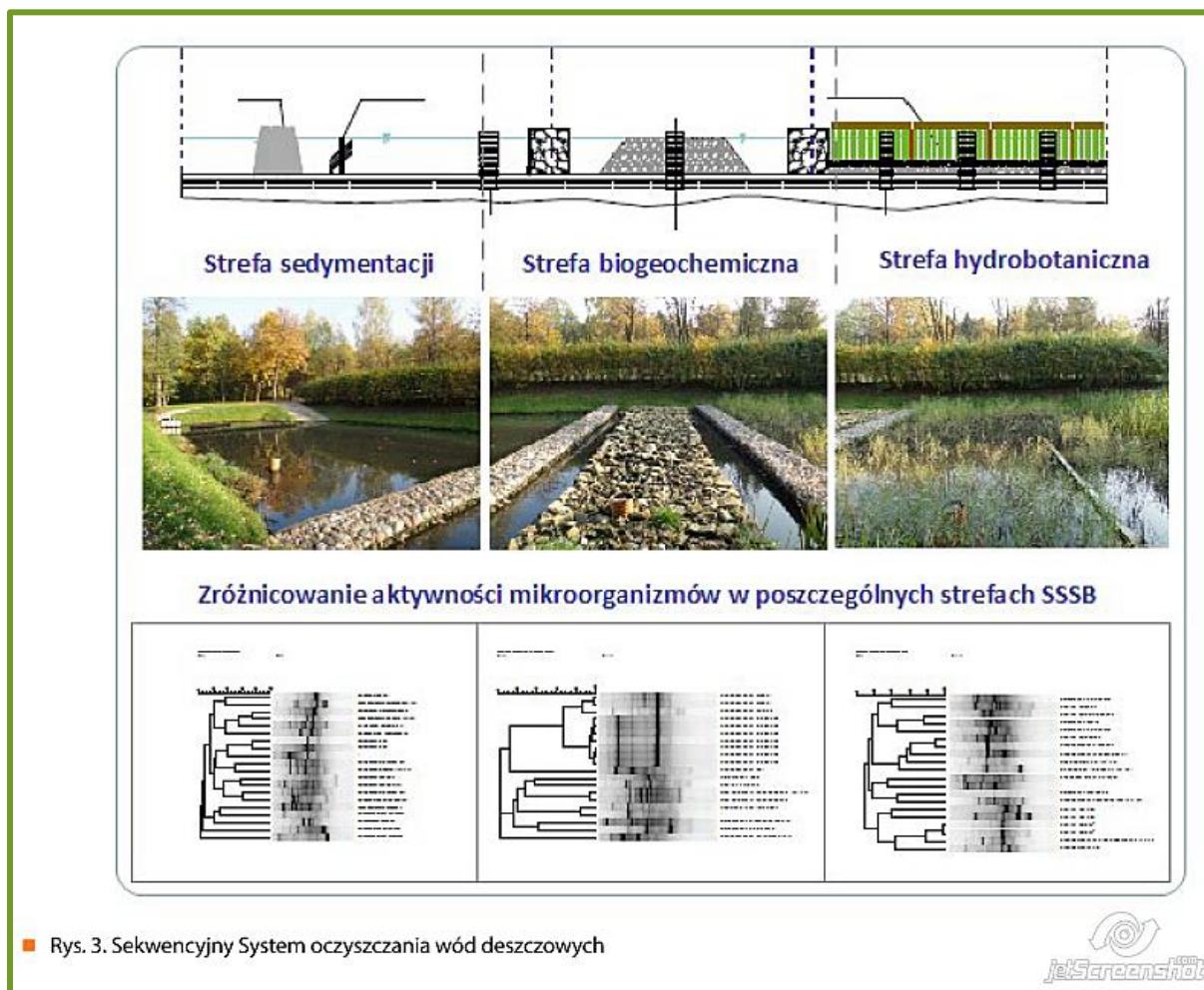
W Łodzi sukcesem zakończyło się przywrócenie dawnego koryta rzeki Sokołówce, co w naturalny sposób zwiększyło jej zdolność do absorpcji wód opadowych i samooczyszczania. Dzięki budowie zbiornika retencyjnego w górnym biegu rzeki zmniejszono ilość wód opadowych wpadających do kanalizacji, zwiększono retencyjność gruntów w mieście oraz ustabilizowano przepływ wód rzecznych i opadowych. Dodatkowo dzięki podjętym działaniom tereny nadrzeczne stały się atrakcyjnym miejscem wypoczynku dla mieszkańców, korzystnie wpływającym na ich zdrowie i samopoczucie.



Zdjęcie 8. Zbiornik retencyjny na rzece Sokołówce

Źródło: <https://studioopinii.pl/wp-content/uploads/2013/07/rys4.png>

Sukces przedsięwzięcia stał się podstawą do opracowania przez łódzkich naukowców koncepcji Błękitno-Zielonej Sieci. Koncepcja ta zakłada połączenie ze sobą dolin rzek i terenów zielonych miasta i stworzenie przestrzeni, która poprawia jakość powietrza i całego lokalnego ekosystemu, zwiększa elastyczność miasta w reagowaniu na zmiany klimatu, podnosi wartość inwestycyjną okolicznych terenów i poprawia warunki życia mieszkańców. Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci jest oparta na retencji i oczyszczaniu wód deszczowych, wspierających rozwój roślinności i stały przepływ w silnie zanieczyszczonych rzekach. Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci została oficjalnie przyjęta przez władze miasta jako część strategii zintegrowanego rozwoju Łodzi 2020+.



Zdjęcie 9. Sekwencyjny System Sedymentacyjno-Biofiltracyjny

Źródło: <https://studioopinii.pl/wp-content/uploads/2013/07/rys3.png>

Dbanie o naturalne zbiorniki wodne oraz tereny zielone występujące w mieście jest jednym z działań, których podejmowanie pomaga odwracać negatywne zjawiska związane z rozrastaniem się i ewoluowaniem miast. Koncepcje rozwoju błękitno-zielonej Łodzi powstały w 2010 roku. Po realizacji działań polepszeniem absorpcji i retencji temat rzeki Sokołówki nie został porzucony. W roku 2019 zakończyła się rozbudowa i modernizacja Parku nad Sokołówką. Projekt został zrealizowany dzięki inicjatywie mieszkańców w ramach budżetu obywatelskiego. Dzięki temu wykonano m.in. boisko do siatkówki plażowej, tyrolkę i kwietną łąkę.





Zdjęcie 10. Park nad Sokołówką

Źródło:

[https://www.radiolodz.pl/media/W1siZiIsIjIwMTkvMDUvMDMvNHNsYWc4Z3lnb19JTUdfMjQ0OS5qcGciXSxbInAiLCJ0aHVtYiIsIjc1MHg1NjQ%2BIl0sWyJwIiwZb2RlliwianBnIiwLXF1YWxp dHkgNzUgLXN0cmlwIl1d/f4aaafd4259b92ca/IMG\\_2449.jpg](https://www.radiolodz.pl/media/W1siZiIsIjIwMTkvMDUvMDMvNHNsYWc4Z3lnb19JTUdfMjQ0OS5qcGciXSxbInAiLCJ0aHVtYiIsIjc1MHg1NjQ%2BIl0sWyJwIiwZb2RlliwianBnIiwLXF1YWxp dHkgNzUgLXN0cmlwIl1d/f4aaafd4259b92ca/IMG_2449.jpg) [dostęp: 4.01.2021]

Najnowszą planowaną inwestycją w ramach błękitno-zielonej sieci Łodzi, która na wiosnę 2020 roku była w fazie projektu i konsultacji z mieszkańcami, jest utworzenie szlaku pieszo-rowerowego doliny Sokołówki. Szlak ten ma łączyć Las Łagiewnicki, Staw Wasiaka, park im. Adama Mickiewicza oraz park Nad Sokołówką. Trasa będzie się kończyć przy Alei Włókniarzy.



Zdjęcie 11. Przebieg rzeki Sokołówki w parku im. Adama Mickiewicza

Źródło:

[https://uml.lodz.pl/files/public/aktualnosci/2020\\_04/csm\\_MICKIEWICZA\\_\\_4\\_\\_278a13d7a7.jpg](https://uml.lodz.pl/files/public/aktualnosci/2020_04/csm_MICKIEWICZA__4__278a13d7a7.jpg) [dostęp: 4.01.2021]



W ramach inwestycji w parku im. Adama Mickiewicza rewaloryzacji zostaną poddane tereny zielone oraz tereny wodne wraz z renaturalizacją nabrzeża – miejsce betonowych umocnień zajmą drewniane i z faszyzny.



Zdjęcie 12. Zdjęcie 14. Koncepcja zagospodarowania parku im. Adama Mickiewicza

Źródło: [https://uml.lodz.pl/files/public/\\_processed\\_/f/9/csm\\_PLANSZA\\_4\\_aa4710e4a5.jpg](https://uml.lodz.pl/files/public/_processed_/f/9/csm_PLANSZA_4_aa4710e4a5.jpg) (zdjęcie 13)

[https://uml.lodz.pl/files/public/\\_processed\\_/f/d/csm\\_PLANSZA\\_5\\_cae2823f0d.jpg](https://uml.lodz.pl/files/public/_processed_/f/d/csm_PLANSZA_5_cae2823f0d.jpg) (zdjęcie 14)

Dzięki realizacji projektu projektanci mają nadzieję, że błękitno-zielona infrastruktury miasta ulegnie zdecydowanej poprawie, w tym staw Wasiaka będący w tej chwili stawem retencyjnym, zostanie stałym zbiornikiem wodnym. Oprócz tego planowane działania wpłyną na znaczne uatrakcyjnienie terenów nadrzecznych, na jej rekreacyjnych charakter i potencjał. Całość inwestycji uzupełni energooszczędne oświetlenie i zbiorniki z wodą pitną.



Zdjęcie 13. Koncepcja zagospodarowania terenów wokół stawu Wasiaka

Zdjęcie 14. Wyremontowany park nad Sokołówką

Źródło: [https://uml.lodz.pl/files/public/\\_processed\\_/4/4/csm\\_PLANSZA\\_3\\_f87718f0c7.jpg](https://uml.lodz.pl/files/public/_processed_/4/4/csm_PLANSZA_3_f87718f0c7.jpg) (zdjęcie 15)

[https://uml.lodz.pl/files/public/\\_processed\\_/7/f/csm\\_PLANSZA\\_2\\_b41287c2e3.jpg](https://uml.lodz.pl/files/public/_processed_/7/f/csm_PLANSZA_2_b41287c2e3.jpg) (zdjęcie 16)

#### 4. Bydgoszcz – całościowa koncepcja miasta gąbki

Jednym z najistotniejszych wyzwań, przed którymi stoją współcześnie społeczeństwa, jest adaptacja do postępujących zmian klimatycznych i konieczność ograniczania negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne – w myśl idei zrównoważonego rozwoju. Wprowadzanie rozwiązań odpowiadających nie tylko na doraźne potrzeby, ale i na problemy, które w obliczu dynamicznych zmian klimatu mogą w przyszłości dotknąć daną społeczność, jest niezbędne i możliwe w wielu aspektach jej funkcjonowania. Duża odpowiedzialność w tym zakresie spoczywa na samorządach lokalnych. W przypadku miast, jako obszarów gęsto zaludnionych i zabudowanych, mieszkańcy coraz bardziej dotkliwie odczuwają niedostosowanie istniejącej infrastruktury do warunków atmosferycznych. Uciążliwymi zjawiskami są m.in. pojawiające się naprzemiennie okresy suszy i gwałtowne ulewy, które na intensywnie zabudowanych, uszczelnionych terenach zurbanizowanych powodują przeciążenie systemów kanalizacyjnych oraz liczne zalania i podtopienia (Orłowski i in., 2015).



Zdjęcie 15. Zalana ulica w Bydgoszczy

Źródło: Tomasz Czachorowski,

<http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445> [dostęp: 4.01.2021]

Rozwiązaniem tego problemu jest realizacja koncepcji miasta gąbki, które będzie akumulowało wodę deszczową do wykorzystania w okresach suszy, zapewniając tym samym wyższą odporność infrastruktury na zmiany klimatu. Działania w tym kierunku rozpoczęto w 2013 roku w Bydgoszczy, gdzie na regularne podtopienia narażone było wówczas aż 18% budynków i 75 km ulic<sup>1</sup>. W ciągu trzech kolejnych lat najpierw przeprowadzono inwentaryzację infrastruktury technicznej służącej do odprowadzania i gromadzenia wód opadowych, a następnie pracowano nad rozwiązaniami zdiagnozowanych w tym zakresie problemów. W projektowaniu nowej strategii przełomowa okazała się zmiana koncepcji – zamiast tworzenia jednego dużego systemu odprowadzania deszczówki zdecydowano się utworzyć wiele małych zbiorników retencyjnych i instalacji – koncepcję tę nazwano „rozproszoną retencją”. Nowa koncepcja zakłada uwzględnienie w planowaniu przestrzennym zielono-niebieskiej infrastruktury – czyli m.in. parków, ogrodów deszczowych, naturalnych zbiorników retencyjnych, rowów przydrożnych – oraz retencjonowanie i wykorzystanie deszczówki na terenie nieruchomości. Kluczowe okazuje się zatem zaangażowanie nie tylko zarządców miasta, lecz także

<sup>1</sup> Źródło: <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/2012-08-06-06-20-22/470-katalog-zielono-niebieski> [dostęp: 4.01.2021].

lokalnych właścicieli budynków i ogrodów, inwestorów i architektów prowadzących działalność na terenie Bydgoszczy. W celu zapewnienia większej partycypacji społecznej w procesie adaptacji organizmu miejskiego do zmieniającego się klimatu, konieczne jest promowanie postaw proekologicznych oraz organizowanie działań edukacyjnych dla lokalnej społeczności (Adamowski i in., 2017).



Zdjęcie 16. Zalana ulica w Bydgoszczy

Źródło: <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

Dobłą praktyką wypracowaną w tym zakresie w Bydgoszczy jest stworzenie i opublikowanie *Katalogu zielono-niebieskiej infrastruktury* w czerwcu 2017 roku. Publikacja została opracowana na zlecenie Miejskich Wodociągów i Kanalizacji w Bydgoszczy – Sp. z o.o., czyli spółki miejskiej, wykonującej zadania własne gminy w zakresie zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków. Poradnik skierowany jest do mieszkańców Bydgoszczy posiadających nieruchomości i innych osób mających wpływ na fragmenty infrastruktury odprowadzającej deszczówkę w mieście.

Rozwiązania retencji i gospodarowania wodami opadowymi wskazano w ramach 6 kategorii (według miejsc, gdzie można je zastosować):

- II domy jednorodzinne,
- III drogi/ciągi komunikacyjne,
- IV osiedla,
- V parki,
- VI zabudowa zwarta, parkingi, place, obiekty handlowe (Adamowski i in., 2017).





Zdjęcie 17. Widok z Mostu Staromiejskiego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445> [dostęp: 4.01.2021]

Każde z wymienionych w poradniku rozwiązań jest zwięźle opisane z uwzględnieniem zastosowania, utrzymania i warunków realizacji. Praktyki przedstawione są także na rysunkach poglądowych. W skali pięciostopniowej są one ocenione pod względem pięciu kryteriów: podczyszczanie, retencja, infiltracja, koszt i utrzymanie. Katalog uzupełnia kilkadziesiąt fotografii przedstawiających zaproponowanie rozwiązania w innych miastach na świecie (Adamowski i in., 2017). Poniżej przedstawiono 20 rozwiązań, które zaproponowano w katalogu wraz z krótkim opisem i schematem obrazującym działanie każdego z nich:

- powierzchnie przepuszczalne – stanowią nawierzchnie przepuszczające wodę jak nawierzchnie żwirowe, mineralne. Do tego typu powierzchni należą również ażurowe kostki brukowe i płyty;



Zdjęcie 18. Schemat działania utwardzonych powierzchni przepuszczalnych

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

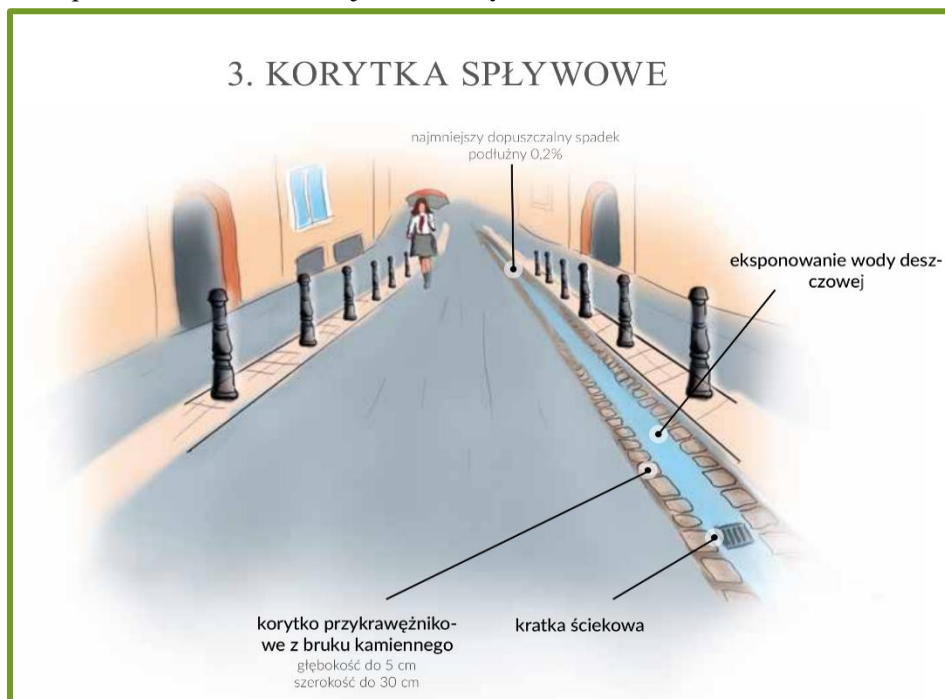
- lokalne obniżenia z bioretencją – jest to rozwiązanie stosowane głównie wzdłuż ciągów pieszych, będące obniżeniem terenu z wykonanym drenażem podziemnym i porośnięte roślinnością;



Zdjęcie 19. Schemat działania obniżzeń z bioretencją

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

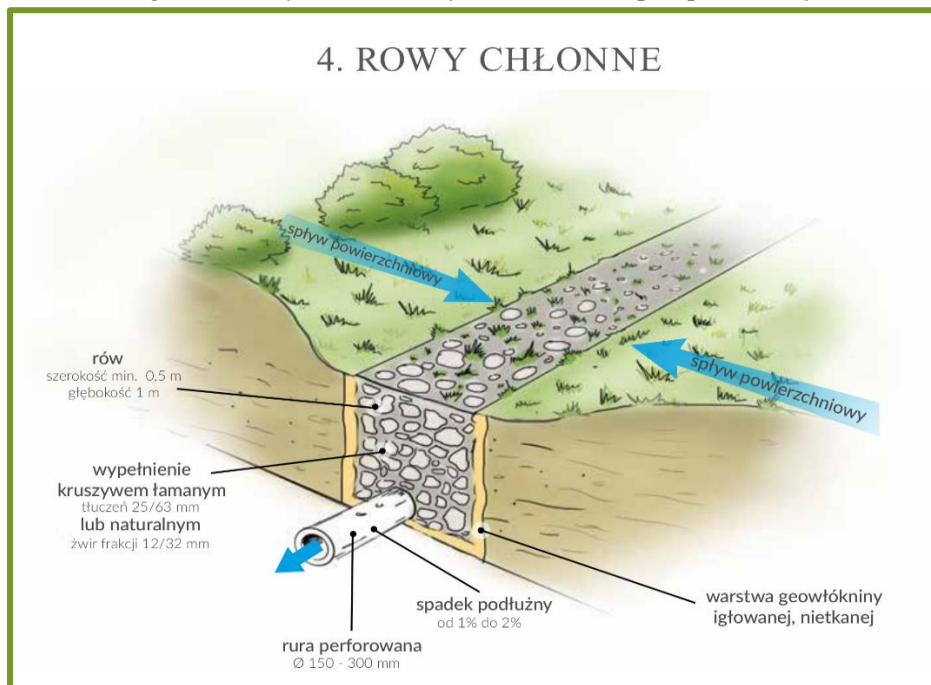
- korytka spływowe – wykonywane są wzdłuż placów, ulic i w parkach mających za zadanie odprowadzanie nadmiernej ilości wody



Zdjęcie 20. Schemat działania korytek spływowych

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

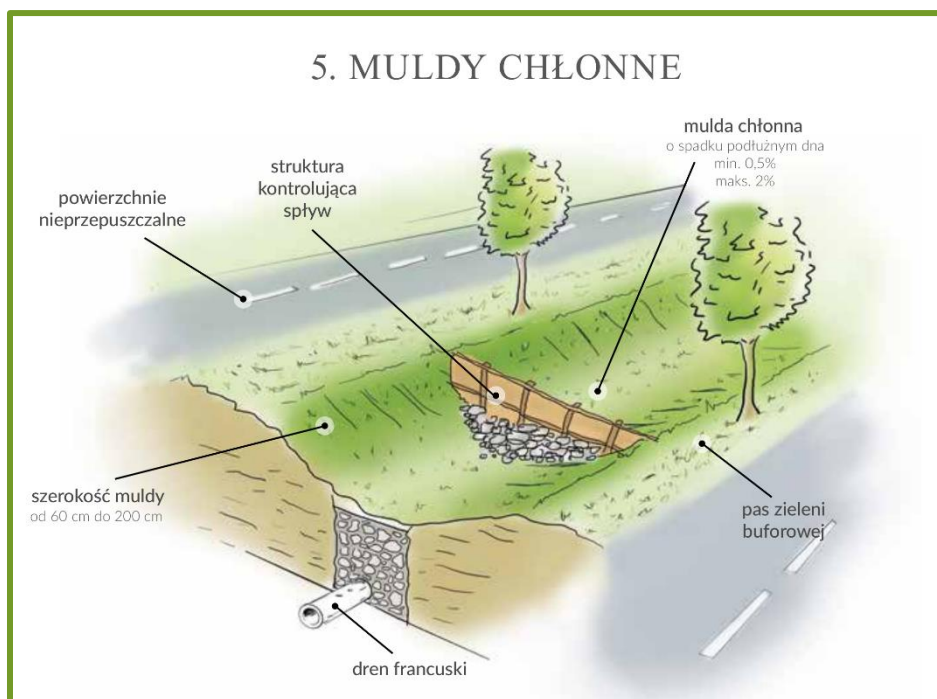
- rowy chłonne – jest to forma drenażu terenu wykonana za pomocą rury drenarskiej umieszczonej w otulinie żwirowej; odmianą tego rozwiązania jest dren francuski, czyli utworzony rów z wypełnieniem z kruszywa, który od gruntu oddzielony jest geowłókniną filtracyjną i przykryty warstwą gruntu; wszystkie warstwy są warstwami przepuszczalnymi;



Zdjęcie 21. Schemat działania rowu chłonnego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- muldy chłonne – są to płytkie, otwarte niecki porośnięte roślinnością;



Zdjęcie 22. Schemat działania muldy chłonnej

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>



- rewitalizacja cieków miejskich – jest to działanie polegające na nadaniu naturalnych cech wraz z próbą odtworzenia pierwotnego stanu rzekom sztucznie uregulowanym;



Zdjęcie 23. Schemat rewitalizacji cieków miejskich

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

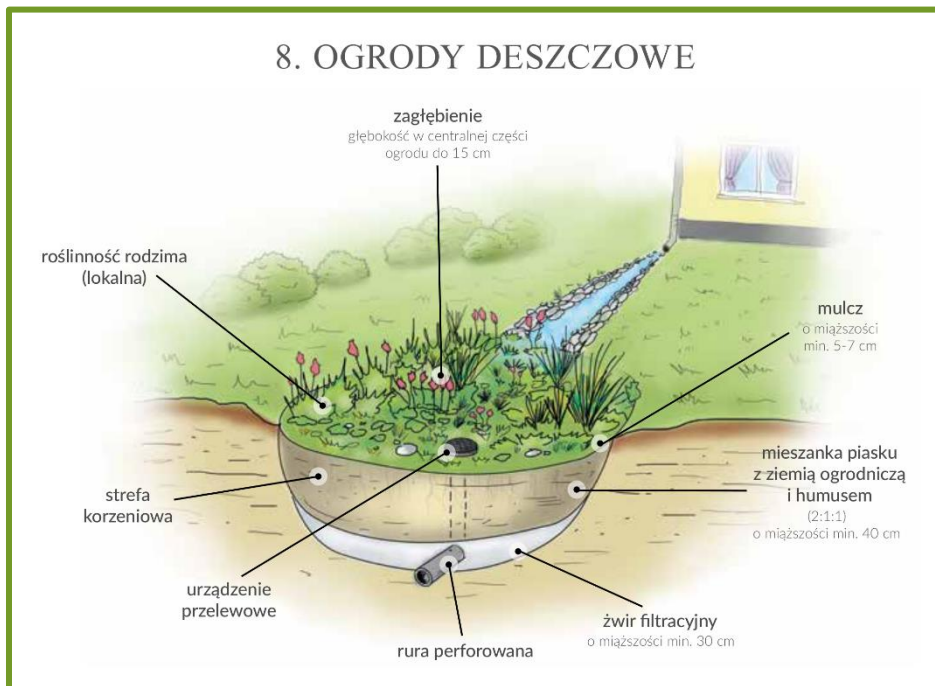
- deszczówka przy domu – jest to działania mające na celu przechwycenie i odprowadzenie wody deszczowej w celu jej późniejszego wykorzystania zarówno w domu, jak i na zewnątrz, np. do nawadniania ogrodu lub spłukiwania toalety;



Zdjęcie 24. Schemat działania zbierania deszczówki przy domu

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

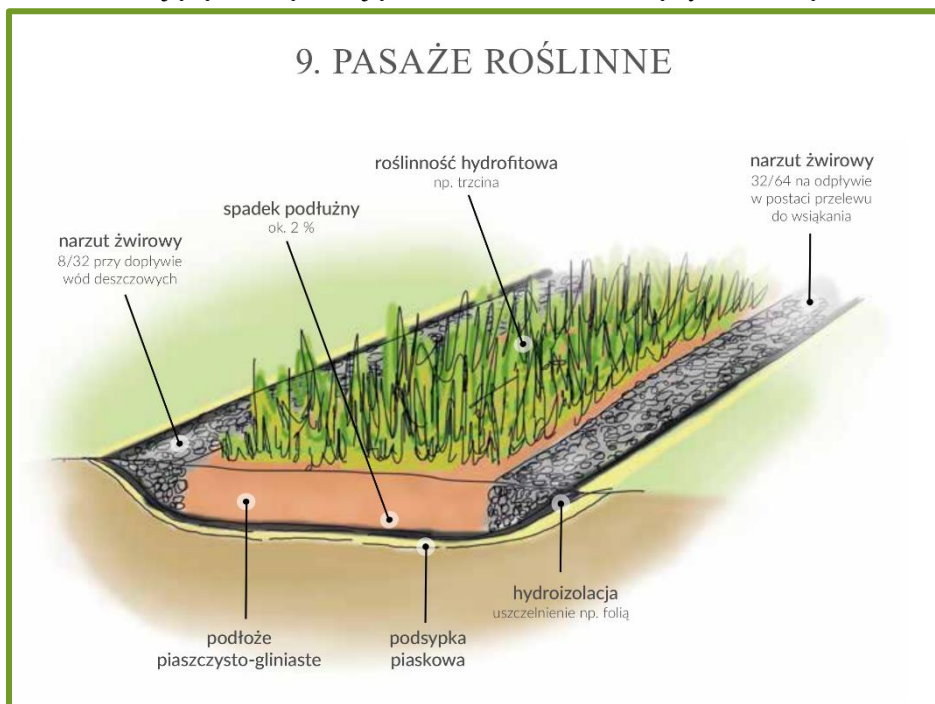
- ogrody deszczowe – są to niecki o niedużej głębokości obsadzone różnorodną roślinnością, których zadaniem jest gromadzenie nadmiaru wody deszczowej;



Zdjęcie 25. Schemat działania ogrodu deszczowego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

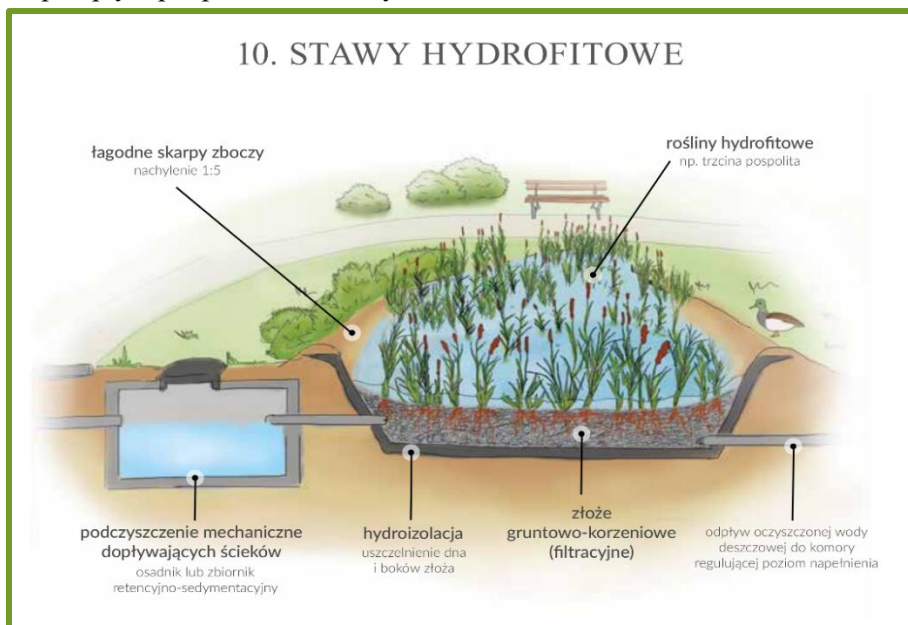
- pasaże roślinne – są to obniżenia terenu o ukształtowanym dnie lub donice, które po wypełnieniu uszczelniającą ziemią zostają obsadzone roślinnością hydrofitową;



Zdjęcie 26. Schemat działania pasażu roślinnego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- stawy hydrofitowe – są odpowiednikiem ekosystemów bagiennych, zaś różnica między nimi a pasażami roślinnymi polega przede wszystkim na tym, że stawy są w stanie obsłużyć znacznie większy teren; mogą to być różne rodzaje stawów: przepływowe o swobodnej powierzchni, pokryte roślinnością pływającą lub porośnięte roślinnością zakorzenioną wodną lub bagienną, posiadające przepływ podpowierzchniowy;



Zdjęcie 27. Schemat działania stawu hydrofitowego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- powierzchniowe zbiorniki infiltracyjno-retencyjne – otwarte zbiorniki wodne posiadające dno pokryte powierzchnią zapewniającą filtrowanie wody do gruntu;

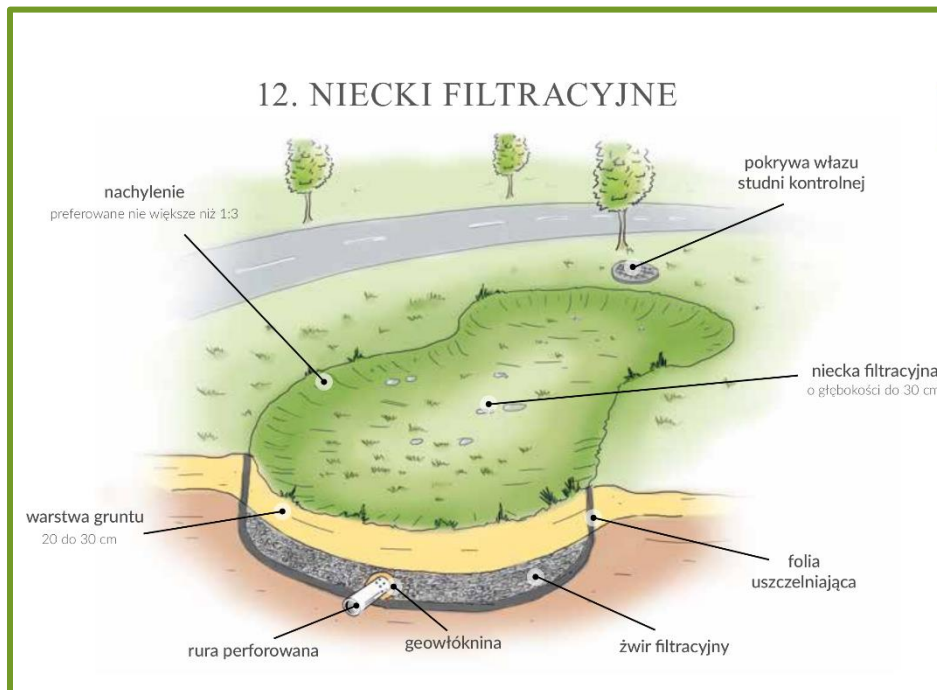


Zdjęcie 28. Schemat działania powierzchniowego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>



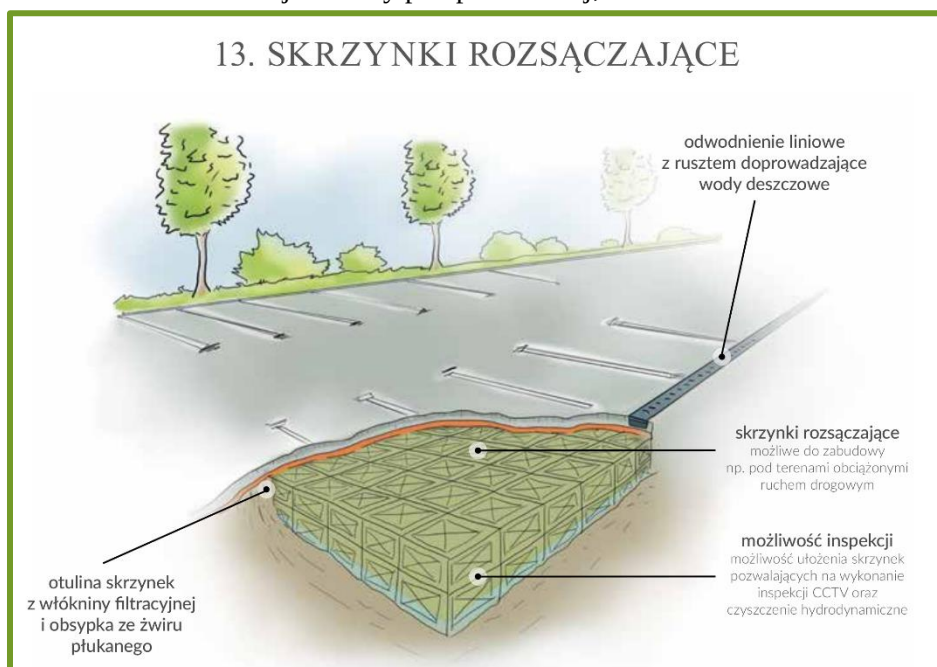
- niecki filtracyjne – niecka o systemie drenowym wraz z retencją w najniższej warstwie swojej konstrukcji – żwiru filtracyjnego;



Zdjęcie 29. Schemat działania niecki filtracyjnej

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

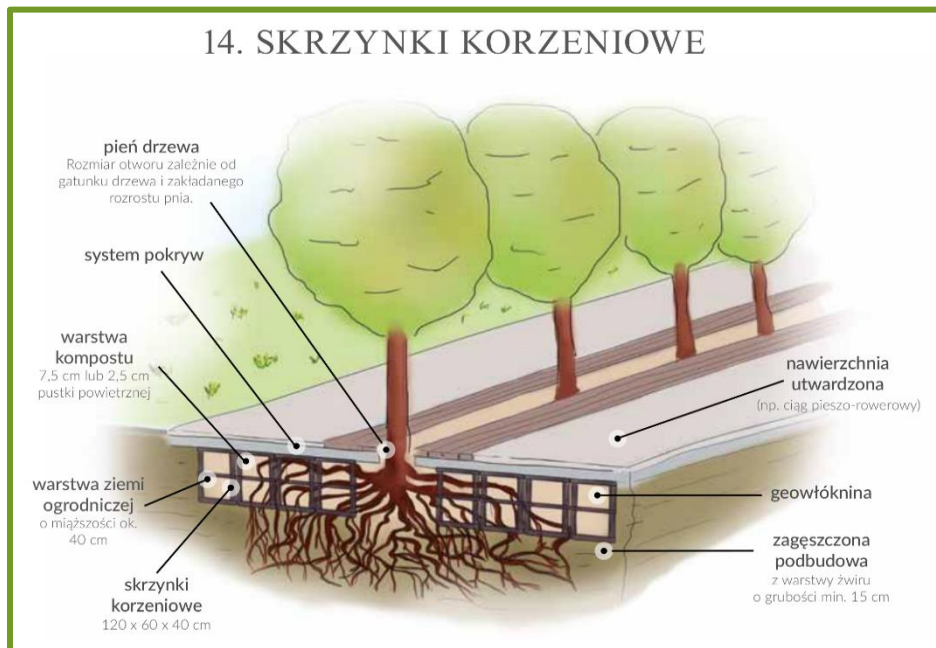
- skrzynki rozsączające – są to skrzynki z tworzywa sztucznego o konstrukcji ażurowej, pełniące rolę sztucznie utworzonej warstwy przepuszczalnej;



Zdjęcie 30. Schemat działania skrzynek rozsączających

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

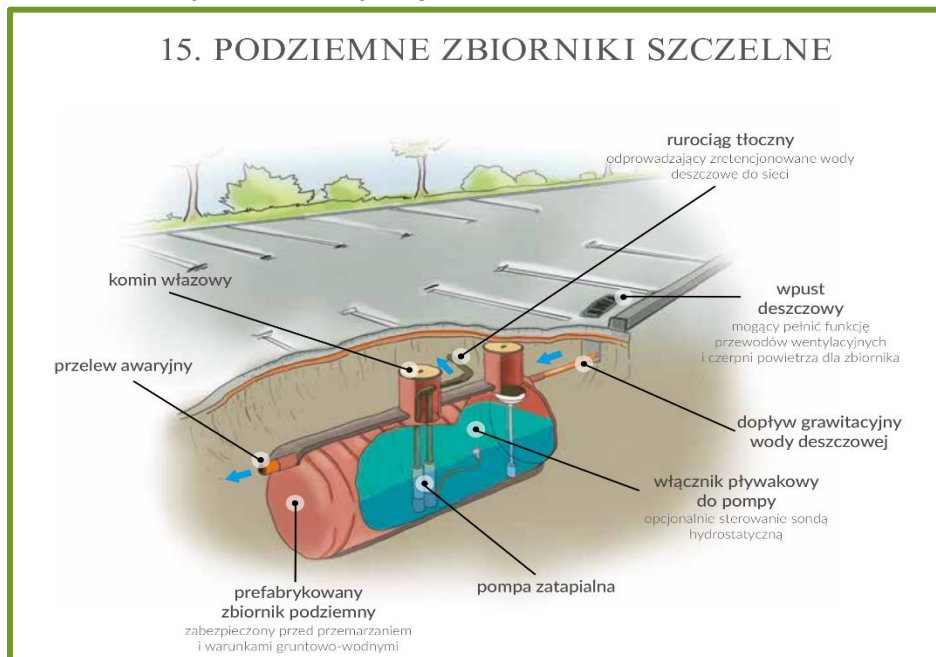
- skrzynie korzeniowe – jest to konstrukcja oparta na kształcie skrzyni mająca na celu przejęcie obciążeń z ciągów komunikacyjnych przez tworzone rusztowania dookoła ukorzenia drzew;



Zdjęcie 31. Schemat działania skrzyni korzeniowej

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- podziemne zbiorniki szczelne – są to zbiorniki retencyjne umieszczane pod powierzchnią terenu, których zadaniem jest przetrzymywanie nadmiaru wody; zbiorniki mogą być wykonane z różnego typu materiałów, np. prefabrykaty, beton; szczególną odmianą podziemnego zbiornika szczelnego jest retencja kanałowa, która stanowi sieć kanalizacji deszczowej o zdecydowanie większej średnicy, umieszczonej na konkretnej długości;



Zdjęcie 32. Schemat działania podziemnych zbiorników szczelnych

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne – są to naziemne niecki o utwardzonych ścianach i dnie, którego zadaniem jest gromadzenie wody deszczowej bez przepuszczania jej do gruntu; woda znajdująca się w zbiorniku jest stopniowo z niego odprowadzana; jest to rozwiązanie, które ma opóźnić odpływ wód a równocześnie umożliwia ponowne wykorzystanie wody opadowej;



Zdjęcie 33. Schemat działania powierzchniowego zbiornika retencyjnego szczelnego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- zielone i niebieskie dachy – jest to specjalna konstrukcja stropodachu, której wierzchnią warstwę stanowi roślinność; takie założenie pozwala przetrzymywać wodę opadową, filtrować ją i odparowywać od atmosfery; nadmiar wody, który jest niemożliwy do odparowania jest dopiero odprowadzany do kanalizacji deszczowej; zielone dachy mają również wpływ na komfort użytkowania obiektu, ponieważ stabilizują temperaturę w jego wnętrzu – zimą zapobiegają nadmiernemu wychładzaniu pomieszczeń, w lecie zaś – nadmiernemu nagrzewaniu; niebieskie dachy jest to nazwa dla zbiornika umieszczonego na dachu; ich zadaniem jest przetrzymywanie wody opadowej i nierzadko wtórne jej wykorzystanie w budynku, na którym się znajdują;

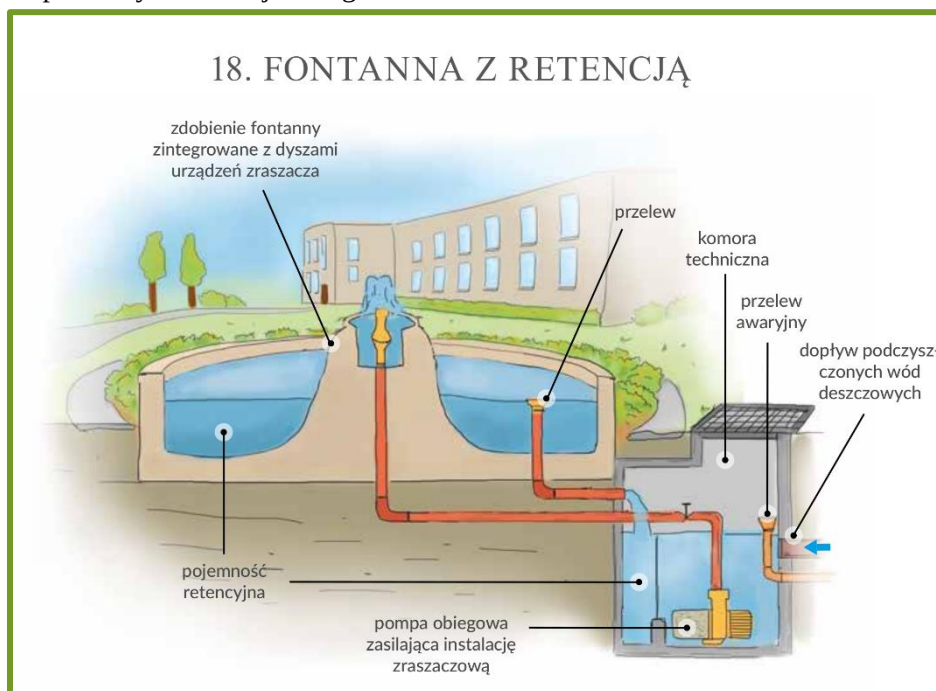




Zdjęcie 34. Schemat działania zielonych dachów

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

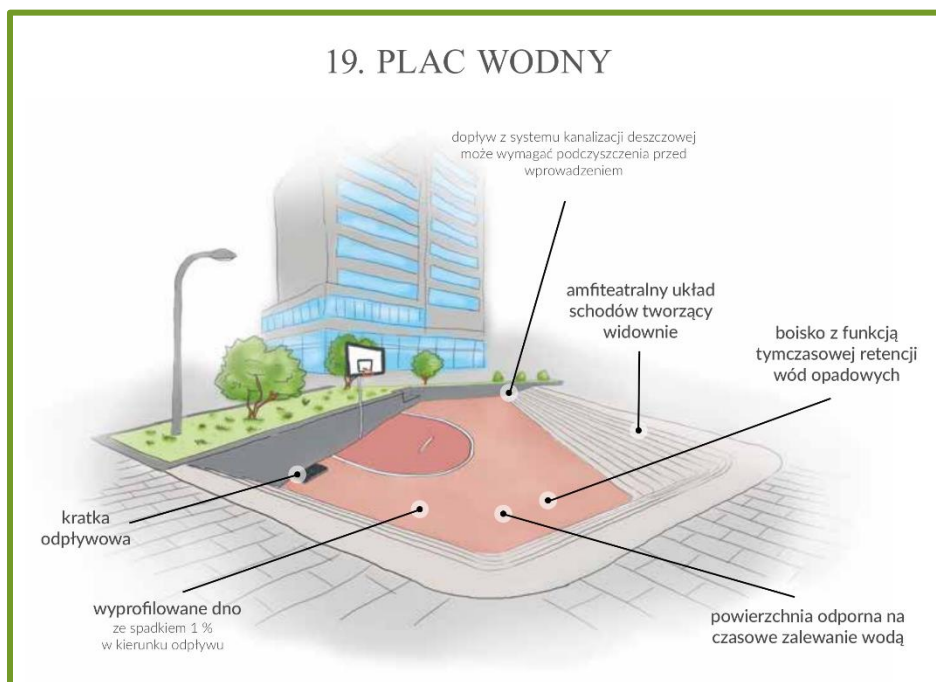
- fontanny z retencją – takie rozwiązanie umożliwia połączenie „przyjemnego z pożytecznym”; dzięki wprowadzeniu elementu małej architektury w postaci fontanny podnosi się jakość przestrzeni publicznej; zaś oprócz tego fontanna wyposażona jest zbiornik do gromadzenia wody opadowej, przelewy i instalacje obiegowe.



Zdjęcie 35. Schemat działania fontanny z retencją

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- place wodne – jest to połączenie przestrzeni rekreacyjnej z nieckami, które czasowo wypełniają się nadmiarem wody opadowej; zbiorniki, stanowiące plac, gromadzą wodę w przypadków silnych opadów deszczu i przetrzymują ją do czasu, aż minie ryzyko powodziowe; potem woda ze zbiornika odprowadzana jest do kanalizacji deszczowej, gdy ta będzie już wydolna lub do naturalnego odbiornika; w okresach suchych zbiornik bez przeszkód pełni funkcje rekreacyjne w postaci np. boiska;



Zdjęcie 36. Schemat działania placu wodnego

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

- biomimetyka (naśladowanie natury) – jest to wykorzystanie nauki o dostosowywaniu się organizmów do zmieniających się warunków środowiskowych w architekturze; skutkiem są np. ogrody wertykalne, zielone ściany; takie zastosowanie elementów przyrody we współczesnym budownictwie prowadzi m.in. do zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi i umożliwia wprowadzanie zieleni w nawet najbardziej ściśle zabudowane kwartały miejskie.

## 20. BIOMIMETYKA NAŚLADOWANIE NATURY



Zdjęcie 37. Schemat działania biomimetyki

Źródło: Arup, <http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>

Za projekt „Budowa i przebudowa kanalizacji deszczowej i dostosowanie sieci kanalizacji deszczowej do zmian klimatycznych na terenie miasta Bydgoszczy”, którego jednym z założeń było opracowanie poradnika, Miejskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. w Bydgoszczy zostały nagrodzone w kategorii Inteligentne rozwiązanie plebiscytu Smart City Solution 2017<sup>2</sup>.

## 5. Ogrody deszczowe w Gdańsku

W Gdańsku istotnym problemem są lokalne podtopienia, które pojawiają się po intensywnych opadach. Odpowiedzią na to zjawisko stały się ogrody deszczowe zakładane przez spółkę miejską Gdańskie Wody. Ogrody powstają w kilku etapach. Pierwszym z nich jest rozpoznanie problemu, które odbywa się przy ścisłej współpracy z mieszkańcami. Następnie konieczna jest ocena wytypowanego terenu przede wszystkim pod kątem pojemności wody. Mimo to faktyczna pojemność ogrodu jest znana dopiero po jego założeniu. Wynika to z faktu, że nierzadko w trakcie rozpoczętych prac wykonawcy natrafiają na nieoznaczone na mapach sieci czy rozłożyste systemy korzeniowe rosnących nieopodal drzew.

Jednym z przykładów udanej realizacji jest ogród przy ulicy Zakopiańskiej powstały w październiku 2018 roku po zgłoszeniu mieszkańców problemu związanego z zalewaniem piwnic w kamienicy. Inwestycja okazała się sukcesem, ponieważ dzięki zamianie trawnika przed budynkiem na ogród deszczowy piwnice nie są już obecnie zalewane.

<sup>2</sup> Źródło: <http://smartcityforum.pl/laureaci-konkursu-smart-city-2017> [dostęp: 4.01.2021].





Zdjęcie 38. Ogród deszczowy przy ulicy Zakopiańskiej

Źródło: <https://app.xyzgcm.pl/gdansk-pl/t/201906129853.jpg> [dostępne: 4.01.2021]

Również inne wykonane ogrody spełniły swoje role, zapobiegając zalaniom parkingu, podtapianiu wnętrza podwórzowych oraz sąsiadujących z założeniem kamienic mieszkalnych. Jako większe inwestycje powstają parki retencyjne. W parku położonym przy ulicy Azaliowej w Kokoszkach oprócz rosnących hydrofitów (rośliny wodne) są również młode drzewa i krzewy.



Zdjęcie 39. Park deszczowy przy ulicy Azaliowej

Źródło: <https://app.xyzgcm.pl/gdansk-pl/t/201906129847.jpg> [dostęp:4.01.2021]

Ogrody deszczowe powstają przez wykonanie wykopów o głębokości od 0,5 do 3 metrów. Jeśli pojawiają się utrudnienia na etapie realizacji, a wykop jest nie może być głębszy niż metr, wierzchnia warstwa ziemi dookoła powstającego ogrodu jest wymieniana na bardziej chłonną.



Zdjęcie 40. Park deszczowy w Matarni

Zdjęcie 41. Ogród deszczowy przy ulicy Stryjewskiego

Źródło: <https://app.xyzgcm.pl/gdansk-pl/t/201906129851.jpg>, (zdjęcie 39) [dostęp: 4.01.2021]

<https://app.xyzgcm.pl/gdansk-pl/t/201906129852.jpg>, (zdjęcie 40) [dostęp: 4.01.2021]

Mieszkańcy mają możliwość zgłaszania pracownikom spółki Gdańskie Wody zapotrzebowania na nowe ogrody deszczowe w okolicy swojego miejsca zamieszkania. Jeżeli zgłaszane tereny są własnością miasta, inwestycja jest realizowana ze środków miejskich. W przypadku terenów należących do innego właściciela przedstawiciele Gdańskich Wód udzielają wsparcia merytorycznego.

## 6. Kompleksowa poprawa integralności środowiskowej w Kartuzach

Błękitno-zielona infrastruktura na terenach zurbanizowanych pełni wiele funkcji. Niekiedy jej rola w organizmie miejskim jest tak istotna, że niewystarczająca dbałość o jej utrzymanie bezpośrednio wpływa na degradację w innych sferach jego funkcjonowania. Przykładem takiego miasta są Kartuzy, położone w województwie pomorskim, na obszarze zwanym Szwajcarią Kaszubską, w otoczeniu czterech jezior: Karczemnego, Klasztornego Dużego, Klasztornego Małego i Mielenka. Ze względu na atrakcyjność przyrodniczą regionu w latach 50. XX wieku w Kartuzach nastąpił rozkwit turystyki. Miejscowość, zamieszkiwaną przez kilkanaście tysięcy osób, w 1969 roku odwiedziło aż 620 000 turystów<sup>3</sup>. Niestety, lata PRL były także okresem odprowadzania do okolicznych jezior ścieków z domów i zakładów produkcyjnych. Dekady zaniedbań doprowadziły do silnego zanieczyszczenia akwenów, a co za tym idzie, znacznej utraty atrakcyjności turystycznej okolicy. W okresie świetności w miasteczku funkcjonowało kilkanaście obiektów noclegowych. Obecnie istnieją już tylko trzy<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kartuzy> [dostęp: 4.01.2021].

<sup>4</sup> Źródło: <https://www.pb.pl/odnowa-w-kartuzach-899261> [dostęp: 4.01.2021].





Zdjęcie 42. Kartuszy z lotu ptaka

Źródło: <http://www.kartuzy.pl/strona/kontakt/256-urząd-miejski-w-kartuzach> [dostęp: 4.01.2021]

Badania przeprowadzone na kartuskich jeziorach wykazały wielokrotnie przekroczone normy zawartości metali ciężkich i fosforu w wodzie. Akweny od lat przypominają osadniki przy oczyszczalniach, w których niemożliwa jest kąpiel czy łowienie ryb. Brudne jeziora nie tylko odstraszały potencjalnych turystów, ale i znacznie pogarszają jakość życia okolicznych mieszkańców. W 2016 roku w Jeziorze Karczemnym doszło do tak silnych rozkwitów bakterii sinicowych, że latem nad miastem czuć było fetor obumierających sinic<sup>5</sup>. Pomimo to przez miejski system kanalizacji wodno-ściekowej do jezior nadal odprowadzane były wody opadowe niosące ze sobą zanieczyszczenia. Problem ten, a także konieczność adaptacji do zmian klimatycznych dotycząca obszarów zurbanizowanych na całym świecie wymaga od władz samorządowych podjęcia działań w zakresie poprawy stanu błękitno-zielonej infrastruktury w mieście. W Kartuzach rozpoczęto takie przedsięwzięcia w ramach dwóch projektów<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Źródło: [https://expresskaszubski.pl/pl/11\\_wiadomosci/22203\\_kartuzy-do-jez-karczemnego-wciaz-doplywajajanieczystosci-a-sinice-nie-zniknely.html](https://expresskaszubski.pl/pl/11_wiadomosci/22203_kartuzy-do-jez-karczemnego-wciaz-doplywajajanieczystosci-a-sinice-nie-zniknely.html) [dostęp: 4.01.2021].

<sup>6</sup> Źródło: <https://www.pb.pl/odnowa-w-kartuzach-899261> [dostęp: 4.01.2021].





Zdjęcie 43. Jezioro Karczemne

Źródło: Janina Stefanowska,

[https://d-nm.ppstatic.pl/kadr/k/r/a3/a0/53c0dac668aea\\_o,size,933x0,q,70,h,d045d2.jpg](https://d-nm.ppstatic.pl/kadr/k/r/a3/a0/53c0dac668aea_o,size,933x0,q,70,h,d045d2.jpg) [dostęp: 4.01.2021]

Pierwszy z nich to „Zagospodarowanie wód deszczowych w mieście Kartuzy w celu poprawy retencyjności zlewni i ochrony przed zmianami klimatu” (Zagospodarowanie, 2017). Wartość projektu wynosi ponad 16 mln zł, z czego prawie 9 mln zł pochodzi z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego na lata 2014-2020 (11.1. Ograniczanie zagrożeń naturalnych). Inicjatywa ma na celu polepszenie integralności środowiskowej w mieście przez rozbudowę i usprawnienie systemów odprowadzania wód opadowych i roztopowych, zwiększenie możliwości retencyjnych zlewni i zmniejszenie ilości zanieczyszczeń trafiających do odbiorników. W dotychczasowym systemie wskazano na następujące problemy:

- 9 z 23 wylotów wód deszczowych, składających się na sieć kanalizacji deszczowej, odprowadza wody do zbiorników bez ich wcześniejszego oczyszczenia,
- około 17% ulic nie posiada kanalizacji deszczowej,
- sieć kanalizacji deszczowej jest połączona z siecią sanitarną (kanałami ogólnospławnymi),
- brak zbiorników retencyjnych i regulacyjnych, przyczyniający się do straty wód (odprowadzanie do odbiorników poza obszarem zurbanizowanym) i do przedostawania się zanieczyszczeń do jezior podczas nawalnych deszczy,
- zanieczyszczenie odbiorników metalami ciężkimi, trwałymi związkami organicznymi i biogenami (N, P), na które wpływa intensywny ruch drogowy (skrzyżowanie 3 dróg wojewódzkich w Kartuzach) (zagospodarowanie, 2017).



Zdjęcie 44. Zalana ulica w Kartuzach

Źródło: [https://cdn.cmc-gallery.pl/static/files/gallery/164/m\\_24518.jpg](https://cdn.cmc-gallery.pl/static/files/gallery/164/m_24518.jpg) [dostęp: 4.01.2021]

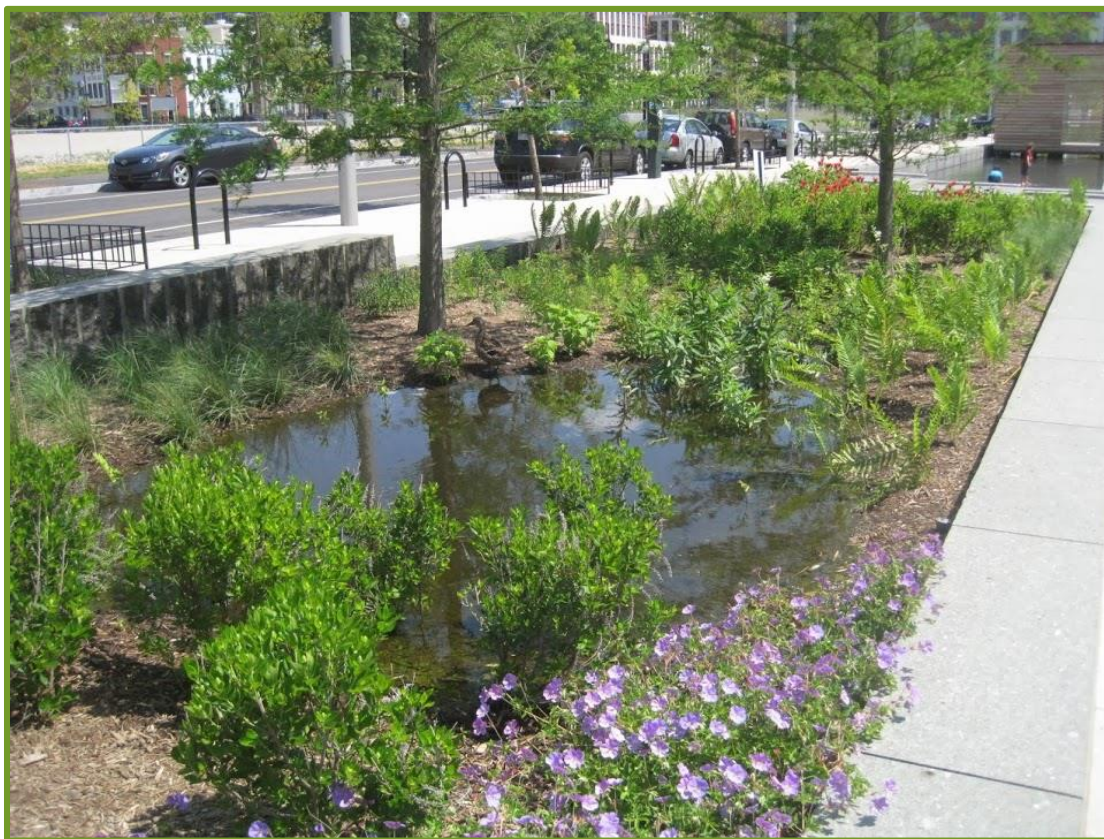
Projekt przewiduje realizację trzech wymienionych poniżej zadań.

1. Budowa i przebudowa sieci kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej.  
Polega m.in. na budowie nowych odcinków sieci kanalizacji deszczowej i zbiorników retencyjnych, modernizacji niewydajnych elementów, rozdzieleniu sieci ogólnospławnej i instalacji urządzeń podczyszczających.
2. Modernizacja głównej przepompowni na nadmiar wód opadowych. Zaadaptowanie komory pomp suchych na zbiornik retencyjny na wody opadowe o pojemności 300 m<sup>3</sup> (Zagospodarowanie, 2017).
3. Zagospodarowanie Strugi Klasztornej. Obejmuje ukształtowanie terenów sąsiednich i dna strumienia, w tym nasadzenia roślinności hydrofitowej. Celem jest przywrócenie roślinności, która będzie pełniła swoje naturalne funkcje: oczyszczająca powietrze, zatrzymująca wody powierzchniowe i oczyszczająca jeziora<sup>7</sup>.

Odcięcie dopływu zanieczyszczeń stanowi pierwszy etap rekultywacji jezior na Klasztornej Strudze<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Źródło: <https://www.pb.pl/odnowa-w-kartuzach-899261> [dostęp: 4.01.2021].

<sup>8</sup> Źródło: <https://tvn24.pl/pomorze/kartuskie-jeziora-zanieczyszczone-nikt-nie-zaryzykowalby-sie-tu-wykapac-ra414639-3355828> [dostęp: 4.01.2021].



Zdjęcie 45. Przykład rozwiązania problemu z odwodnieniem w postaci ogrodu deszczowego

Źródło:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Rain\\_Garden\\_%2815455930908%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Rain_Garden_%2815455930908%29.jpg)  
[dostęp: 4.01.2021]

Drugie przedsięwzięcie realizowane jest w ramach „Kompleksowej rewitalizacji centrum Kartuz” i zakłada zagospodarowanie podwórza Kaszubskiego Dworu. Zaplanowano powstanie systemu ogrodów deszczowych w oparciu o tzw. Zrównoważony System Drenażu<sup>9</sup>. System będzie stopniowo zmniejszać zanieczyszczenie wód opadowych, natężenie przepływu i wolumin odpływu. Dzięki kontroli odpływu zredukowany zostanie spływ wód deszczowych i niesionych zanieczyszczeń. W ten sposób wody opadowe mają stać się elementem przestrzeni miasta – zasilać zieleń, która na tym obszarze cierpi na niedobory wody<sup>10</sup>.

Podjęte w Kartuzach działania nagrodzono I miejscem w konkursie ECO-MIASTO w 2017 roku, w kategorii „Zieleń a powietrze”, wśród miast poniżej 100 000 mieszkańców. Plebiscyt ten to inicjatywa Ambasady Francji w Polsce, której celem jest rozpowszechnianie wśród polskich gmin dobrych praktyk zrównoważonego rozwoju. Jury doceniło podjęcie innowacyjnych i kompleksowych działań na rzecz stworzenia błękitno-zielonej infrastruktury w przestrzeni miejskiej, w tym zastosowanie Zrównoważonego Systemu Drenażu i umiejętne odtworzenie terenów zieleni<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> Źródło: [https://expresskaszubski.pl/pl/11\\_wiadomosci/25335\\_kartuzy-w-gronie-eco-miast-zdobyly-tytul-laureata-w-kategorii-zielen-a-powietrze.html](https://expresskaszubski.pl/pl/11_wiadomosci/25335_kartuzy-w-gronie-eco-miast-zdobyly-tytul-laureata-w-kategorii-zielen-a-powietrze.html) [dostęp: 4.01.2021].

<sup>10</sup> Źródło: [http://www.kartuzy.pl/stolica\\_kaszub/ochrona-%C5%9Brodowiska/961-kartuzy-laureatem-eco-miasto-2017](http://www.kartuzy.pl/stolica_kaszub/ochrona-%C5%9Brodowiska/961-kartuzy-laureatem-eco-miasto-2017) [dostęp: 4.01.2021].

<sup>11</sup> Źródło: <https://www.eco-miasto.pl/laureci-eco-miasto-2017-zostali-wybrani> [dostęp: 27.10.2020].



## 7. Kalisz – Plan adaptacji do zmian klimatu

W maju 2010 roku mieszkańcy Kalisza bardzo dotkliwie odczuli skutki zmieniającego się klimatu. Fala gwałtownych ulew w regionie spowodowała wystąpienie z brzegów rzek Prosnę i Swędrni, nad którymi leży miasto. Powódź – od ogłoszenia alarmu przeciwpowodziowego do ustabilizowania sytuacji – trwała aż tydzień i była największą w Kaliszu od co najmniej 200 lat. W momencie kulminacyjnym na Prośnie odnotowano poziom wody 308 cm, czyli o 27 cm wyższy niż podczas powodzi w 1997 roku. Pod wodą znalazło się około 8-9% obszaru miasta. Zalane zostały ulice, posesje, domy, obiekty takie jak Stadion Miejski. Do akcji przeciwpowodziowej włączyło się kilkaset osób – zarówno strażaków, jak i cywili. Interwencje trzeba było podjąć na 278 posesjach. Koszty akcji ratunkowej oszacowano na 200 000 zł, a koszty likwidacji szkód w infrastrukturze drogowej na aż 1,3 mln zł.

Wydarzenia te były sygnałem, że problem niedostosowania infrastruktury miejskiej do zmian klimatycznych – szczególnie w zakresie gospodarki wodnej, jest jednym z najpilniejszych wyzwań stojących przed samorządem lokalnym. Występowanie naprzemiennie okresów gwałtownych ulew i suszy grozi nie tylko powodzią, lecz także okresowym niedoborem wody w mieście. Dlatego kluczowe staje się zapewnienie właściwego systemu retencji i odprowadzania deszczówki na terenie zurbanizowanym.



Zdjęcie 46. Powódź w Kaliszu w 2010 roku

Źródło:

[http://www.faktykaliskie.pl/gfx/faktykaliskie/userfiles/anna\\_miklas/powodz\\_2010/seminarium.jpg](http://www.faktykaliskie.pl/gfx/faktykaliskie/userfiles/anna_miklas/powodz_2010/seminarium.jpg)  
[dostęp: 4.01.2021]

System ten zgodnie z opracowanym Planem adaptacji

System ten zgodnie z opracowanym Planem adaptacji do zmian klimatu Miasta Kalisza do 2030 roku (Pland adaptacji, 2019) przewiduje opisane poniżej działania.

1. Planowanie i realizacja inwestycji w zakresie instalacji przeciwpowodziowych polegające na wzmocnieniu systemu monitorowania zagrożenia powodziowego dla miasta – poszukiwaniu i wdrażaniu najnowszych rozwiązań technicznych w tym zakresie.
2. Promocja, edukacja i wdrażanie ochrony terenów istotnych dla utrzymania naturalnej retencji – ma polegać na stworzeniu platformy wymiany wiedzy o rozwiązaniach adaptacyjnych (dobrych praktyk), a także kampanii edukacyjnej na temat ochrony obszarów kluczowych dla utrzymania naturalnej retencji.
3. Budowa, przebudowa, regulacja, monitoring i utrzymanie stanu rzek i cieków oraz urządzeń wodnych ma prowadzić do zwiększenia retencji korytowej rzek i cieków w Kaliskim Węźle Wodnym, a także obejmować inwestycje z zakresu zabezpieczeń przeciwpowodziowych, monitoring hydrologiczny.
4. Inwentaryzacja kanalizacji deszczowej i opracowanie modelu zagospodarowania wód opadowych i roztopowych – ma się odbywać przez wskazanie niezbędnych rozwiązań technicznych, w pierwszej kolejności na terenach najbardziej zagrożonych podtopieniami.
5. Przebudowa istniejących i budowa nowych systemów kanalizacji deszczowej i urządzeń wodnych pozwalających na zagospodarowanie wód opadowych w miejscu ich powstawania lub opóźnianie ich spływu; ich retencjonowanie i zagospodarowanie z wykorzystaniem błękitno-zielonej infrastruktury. Są to przedsięwzięcia prowadzone w celu opóźnienia odpływu wód opadowych i celowego zatrzymywania wód w miejscu opadu, bazujące na infrastrukturze błękitno-zielonej. Dzięki nim nastąpi ochrona naturalnych odbiorników deszczówki i wprowadzanie odpowiednich rozwiązań w uzbrojeniu nowych terenów inwestycyjnych.
6. Przygotowanie i wdrażanie programu wsparcia małej retencji obejmuje działania skierowane do właścicieli i zarządców nieruchomości – utworzenie platformy wymiany wiedzy na temat gospodarowania deszczówką w ramach Miejskiej Platformy Informatycznej.
7. Zrównoważone korzystanie z wód oparte na długoterminowej ochronie dostępnych zasobów wodnych – ma polegać na budowie systemu optymalizacji zużycia wody w mieście, obejmującego wszystkich mieszkańców i podmioty gospodarcze, oraz na promowaniu zrównoważonego gospodarowania wodą wśród społeczności lokalnej (plan adaptacji, 2019).

Kalisz, ze względu na specyficzne położenie w węźle wodnym rzeki Prosny i jej dopływów: Swędrni, Pokrzywnicy, Piwonki i Krępiczy jest terenem szczególnie wrażliwym na gwałtowne zjawiska hydrologiczne. W zlewni rzeki Warty jest miastem najbardziej zagrożonym, które otrzymało najwyższą ocenę w pięciostopniowej skali ryzyka powodziowego<sup>12</sup>. Mimo to kompleksowe i przemyślane działania w zakresie gospodarki wodnej są szansą na zwiększenie odporności organizmu miejskiego na zachodzące i przewidywane zmiany klimatu.

---

<sup>12</sup> Źródło: <https://zyciekalisza.pl/arttykul/czekaja-nas-upaly/845802> [dostęp: 4.01.2021].



Zdjęcie 47. Poziom wody w rzece w Kaliszu w 2010 roku

Źródło: fot. Andrzej Kurzyński,

[https://d-nm.ppstatic.pl/kadr/k/r/ba/54/5788b3c21bfbf\\_o,size,933x0,q,70,h,53d8e5.jpg](https://d-nm.ppstatic.pl/kadr/k/r/ba/54/5788b3c21bfbf_o,size,933x0,q,70,h,53d8e5.jpg) [dostęp: 4.01.2021]

Dostosowanie miast do obserwowanych obecnie i spodziewanych zmian klimatycznych to wyzwanie, które w ostatnich latach okazało się szczególnie pilne. Wyrazem tego jest zrealizowany w latach 2017-2019 projekt Ministerstwa Środowiska „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców”. Inicjatywa zakładała wsparcie dużych miast w kraju w zakresie wypracowania strategii działań przystosowawczych do skutków zmian klimatycznych i została podjęta w ramach Strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu w Polsce (SPA 2020). Miejskie plany adaptacji do zmian klimatu (MPA) miały powstać we współpracy władz, ekspertów oraz mieszkańców i uwzględnić uwarunkowania, specyfikę i problemy każdego z miast. Plany, mające na celu poprawę bezpieczeństwa mieszkańców i zwiększenie ochrony przed szkodliwymi skutkami zmian klimatu, miały też uwzględniać długofalowe planowanie i zróżnicowane potrzeby interesariuszy i społeczności lokalnych (Rajkowska i in. 2018).

Projekt o wartości 29 950 000 zł został sfinansowany przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności i budżetu państwa. Wzięły w nim udział 44 duże miasta w Polsce, dla których zidentyfikowano najpoważniejsze zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Wskazano, że najważniejsze z tych zjawisk to m.in. nawałne deszcze (zwiększone opady roczne o 10-15%) i wysokie temperatury (regularny wzrost średniej rocznej temperatury, w latach 1951–2010 o 1,2°C)<sup>13</sup>.

Wśród miast uczestniczących w projekcie znalazł się Kalisz, w którym MPA opracowano we współpracy z Instytutem Ochrony Środowiska. Na przykładzie Kalisza została omówiona struktura MPA i wskazane propozycje praktyk mających na celu dostosowanie miast do zmieniającego się klimatu.

<sup>13</sup> Źródło: <http://44mpa.pl/miejskie-plany-adaptacji> [dostęp: 5.11.2020].



Pierwszą część opracowania stanowi charakterystyka miasta, w ramach której opisano uwarunkowania geograficzne, strukturę funkcjonalno-przestrzenną, problemy demograficzne, uwarunkowania społeczne i potencjał ekonomiczny miasta. Następnie przedstawiono powiązania między MPA a innymi dokumentami strategicznymi i planistycznymi – zarówno na szczeblu krajowym, jak i lokalnym. W trzecim rozdziale zaprezentowano z kolei metodę pracy nad planem, składającą się z sześciu etapów:

1. Rozpoczęcie procesu opracowywania Planu Adaptacji
2. Ocena podatności miasta na zmiany klimatu
3. Analiza ryzyka związanego ze zmianami klimatu
4. Opracowanie opcji adaptacji
5. Ocena i wybór opcji adaptacji
6. Opracowanie dokumentu – Planu Adaptacji (Plan adaptacji, 2019).

Istotnym elementem Planu Adaptacji do zmian klimatu miasta Kalisza jest wypracowana w ramach projektu diagnoza. W kolejnych podrozdziałach omówiono następujące zagadnienia.

## **I GŁÓWNE ZAGROŻENIA WYNIKAJĄCE ZE ZMIAN KLIMATU**

Przeprowadzono analizę danych klimatycznych i hydrologicznych – wskaźników termicznych, opadów atmosferycznych, zjawisk ekstremalnych i zanieczyszczenia powietrza. Szczegółowym zjawiskom i wskaźnikom przypisano ocenę tendencji (wzrostowa, spadkowa, brak) i zagrożenia dla miasta (od 1 do 3). Stwierdzono, że najbardziej niebezpiecznymi dla Kalisza czynnikami są: „fale upałów (wysokie temperatury maksymalne), fale chłodu, susze, koncentracja zanieczyszczeń pyłowych powietrza, intensywne opady i powódzie, wiatr i burze” (Plan adaptacji, 2019, s. 36).

## **II WRAŻLIWOŚĆ MIASTA NA ZMIANY KLIMATU**

Dokonano klasyfikacji obszarów miasta według kryterium wrażliwości na stresory klimatyczne. Wśród terenów zurbanizowanych wyróżniono: zwartą zabudowę historyczną, zabudowę śródmiejską kwartałową, osiedla mieszkaniowe (zabudowa blokowa), zabudowę mieszkaniową jednorodzinną, obiekty i tereny usług publicznych, tereny produkcyjne, bazy, składy i magazyny, tereny kolejowe, wielkopowierzchniowe obiekty handlowe, ośnoję przyrodniczą miasta i różnorodność biologiczną, tereny niezabudowane. Każdy z wymienionych terenów charakteryzuje się odmiennym stopniem zabudowania i specyfiką, w związku z czym wykazuje inną wrażliwość na zmiany klimatyczne. Niezależnie od podziału przestrzennego zbadano również układ sektorowy miasta – jako najbardziej wrażliwe gałęzie wskazano gospodarkę przestrzenną, zdrowie publiczne, gospodarkę wodną i transport.

## **III POTENCJAŁ ADAPTACYJNY MIASTA**

Oceniony został jako niski / średni / wysoki w ośmiu kategoriach:

- PA1. Możliwości finansowe – średni,
- PA2. Przygotowanie służb – średni,
- PA3. Kapitał społeczny – niski,
- PA4. Mechanizmy informowania i ostrzegania społeczności miasta o zagrożeniach środowiskowych – średni,
- PA5. Sieć i wyposażenie instytucji i placówek miejskich w sektorze ochrony zdrowia i edukacji – niski,
- PA6. Organizacja współpracy z gminami sąsiednimi w zakresie zarządzania kryzysowego – wysoki;
- PA7. Systemowość ochrony i kształtowania ekosystemów miejskich – niski,
- PA8. Istniejące zaplecze innowacyjne – średni (Plan adaptacji. 2019, s. 42-43).

W kolejnym rozdziale wskazano wizję adaptacji miasta do zmian klimatu do roku 2030, która brzmi: „Kalisz w roku 2030 będzie innowacyjnym miastem zapewniającym efektywne funkcjonowanie jego sektorów przy stałym wzroście potencjału adaptacyjnego do skutków zmian klimatycznych” (Plan adaptacji, 2019, s. 51). Ponadto za cel nadrzędny planu adaptacji uznano: „Ograniczenie negatywnych zmian klimatu poprzez podnoszenie potencjału adaptacyjnego miasta Kalisza w celu zapewnienia rozwoju zrównoważonego miasta i polepszenia jakości życia mieszkańców” (Plan adaptacji, 2019, s. 51). Następnie wyróżniono cele strategiczne MPA, którym przypisano określone działania wraz z horyzontem czasowym i podmiotem odpowiedzialnym za ich realizację. Zaproponowane działania przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Cele strategiczne i działania w ramach Planu Adaptacji do zmian klimatycznych Miasta Kalisza

| Cel strategiczny                                                                                                                                          | Działania                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Uwzględnienie działań adaptacyjnych do zmian klimatu w polityce rozwoju miasta</b>                                                                  | 1.1. Uwzględnienie adaptacji do zmian klimatu w dokumentach strategicznych i planistycznych miasta<br>1.2. Kształtowanie polityki przestrzennej miasta w oparciu o katalogi dobrych praktyk (praktyczne standardy do wykorzystania przez inwestorów)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>2. Przystosowanie funkcjonowania miasta do zjawisk meteorologicznych powodujących zwiększoną koncentrację zanieczyszczeń powietrza (inwersje, MWC)</b> | 2.1. Definiowanie i monitoring realizacji projektów związanych ze zmniejszaniem zanieczyszczeń powietrza (szczególnie niskich emisji)<br>2.2. Budowanie współpracy z właściwymi podmiotami w zakresie zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza (redukcji/ograniczania).<br>2.3. Modernizacja i rozwój infrastruktury transportowej (w tym rozwój transportu publicznego, ograniczenie zapotrzebowania na transport prywatny w mieście i rozwój systemu ścieżek rowerowych wraz z właściwą infrastrukturą ciągów pieszych i budowa parkingów)<br>2.4. Zwiększenie wentylacji miasta przez odpowiednie planowanie przestrzenne (kliny napowietrzające, tereny regeneracji powietrza wraz z terenami zielonymi) |
| <b>3. Wzmacnianie systemu przyrodniczego jako naturalnego narzędzia adaptacyjnego</b>                                                                     | 3.1. Wzbogacenie przyrodnicze terenów zieleni w celu poprawy ich biologicznego funkcjonowania<br>3.2. Inwentaryzacja i ochrona istniejącej zieleni w mieście (identyfikacja działania i obejmowanie ochroną cennych obszarów przyrodniczych)<br>3.3. Przestrzenne powiązanie terenów zieleni miejskiej z innymi obszarami osnowy przyrodniczej miasta, obszarami lasów i zadrzewień<br>3.4. Promocja ochrony miejskiej różnorodności biologicznej                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>4. Adaptacja do zagrożeń termicznych (upały, chłody, oblodzenia) – tworzenie</b>                                                                       | 4.1. Podnoszenie standardu termicznego usług transportu publicznego, w tym np. odpowiednio zadaszone „zielone przystanki”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>warunków sprzyjających zdrowiu mieszkańców</b></p>                                                 | <p>4.2. Promocja i wprowadzanie błękitno-zielonych rozwiązań, szczególnie na terenach zurbanizowanych (np. zielone ściany/dachy/balkony, ściany wodne/fontanny/ocienione place zabaw)</p> <p>4.3. Kontynuacja termomodernizacji budynków</p> <p>4.4. Stworzenie programu informacyjnego dla grup wrażliwych, a także miejsc spotkań, gdzie przez bezpośredni osobisty kontakt uzyskają one informacje z zakresu pomocy i wsparcia</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>5. Zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańcom w sytuacji ekstremalnych zjawisk hydrologicznych</b></p> | <p>5.1. Techniczne i nietechniczne zabezpieczenie zagrożonych budynków i infrastruktury krytycznej w strefie zagrożenia (np. powodzią, osuwiskami itp.) – utrzymanie istniejących urządzeń/obiektów w należyтым stanie technicznym</p> <p>5.2. Planowanie i realizacja inwestycji w zakresie instalacji przeciwpowodziowych</p> <p>5.3. Promocja, edukacja i wdrażanie ochrony terenów istotnych dla utrzymania naturalnej retencji</p> <p>5.4. Budowa, przebudowa, regulacja, monitoring i utrzymanie stanu rzek i cieków oraz urządzeń wodnych</p> <p>5.5. Inwentaryzacja kanalizacji deszczowej i opracowanie modelu zagospodarowania wód opadowych i roztopowych</p> <p>5.6. Przebudowa istniejących i budowa nowych systemów kanalizacji deszczowej i urządzeń wodnych pozwalających na zagospodarowanie wód opadowych w miejscu ich powstawania lub opóźnianie ich spływu; ich retencjonowanie i zagospodarowanie z wykorzystaniem błękitno-zielonej infrastruktury</p> <p>5.7. Przygotowanie i wdrażanie programu wsparcia małej retencji</p> <p>5.8. Zrównoważone korzystanie z wód oparte na długoterminowej ochronie dostępnych zasobów wodnych</p> |
| <p><b>6. Zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańcom podczas ekstremalnych zjawisk klimatycznych</b></p>      | <p>6.1. Rozbudowa i modernizacja teleinformatycznego systemu ostrzegania przed lokalnymi zagrożeniami pogodowymi</p> <p>6.2. Działania informacyjno-edukacyjne w sytuacji wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych</p> <p>6.3. Prowadzenie ćwiczeń i szkoleń ze służbami ratunkowymi (zintegrowane działanie)</p> <p>6.4. Przeprowadzanie kampanii informacyjnych na temat skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych i ochrony przed nimi, w tym dotyczących działających w mieście systemów ostrzegania</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



6.5 Program inwentaryzacji i oceny kondycji zadrzewień pod kątem ich zagrożenia w przypadku silnych wiatrów. Sukcesywne usuwanie zadrzewień stanowiących zagrożenie w przypadku silnych wiatrów

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Plan adaptacji, 2019

W ósmej części MPA Kalisza omówiono wdrażanie zaplanowanych przedsięwzięć. Plan adaptacji ma być realizowany przez samorząd gminny we współpracy z interesariuszami – mieszkańcami i instytucjami. Koszt wdrożenia planu oszacowano na 288 200 000 zł. Wskazano wiele możliwych źródeł finansowania projektów – zarówno europejskich, krajowych, jak i regionalnych. Ponadto opisano sposób monitorowania i ewaluacji zaplanowanych działań (Plan adaptacji, 2019, s. 66-68).

Projekt „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców”, w ramach którego zrealizowano MAP Kalisza i 43 innych polskich miast, jest inicjatywą unikatową w skali Europy ze względu na kompleksowość podejścia do zagadnienia dostosowania do zmian klimatycznych i dużą skalę projektu (obejmuje około 30% ludności kraju)<sup>14</sup>.



Zdjęcie 48. Widok na stare miasto w Kaliszu

Źródło:

[https://www.kalisz.pl/storage/image/core\\_files/2020/5/5/46e16cf89d3dff074dba133d56676a52/umkalisz/preview/panorama-740x524.jpg](https://www.kalisz.pl/storage/image/core_files/2020/5/5/46e16cf89d3dff074dba133d56676a52/umkalisz/preview/panorama-740x524.jpg)

<sup>14</sup> Źródło: <https://www.gov.pl/web/klimat/mpa-44> [dostęp: 7.11.2020].

## Podsumowanie

---

Zmiany klimatyczne powodują coraz większą liczbę ekstremalnych zjawisk pogodowych, w tym ciężkie opady deszczu i długie okresy upałów. Miasta są szczególnie narażone na ich skutki, tym bardziej, im mniej odporna na nie jest szara infrastruktura i zabudowa w konkretnej dzielnicy. Celem niniejszego skryptu było przedstawienie kilku inspiracji do włączenia tematyki wody i błękitnej infrastruktury do projektów rewitalizacyjnych. Wysoki stopień nieprzepuszczalności powierzchni i zwarty rozwój na obszarach o dużym zagęszczeniu intensyfikuje występowanie powodzi miejskich i akumulacji ciepła. Dzięki rewaloryzacji przestrzeni publicznych, która stanowi często jeden z głównych elementów rewitalizacji miast, można wprowadzać rozwiązania technologiczne (m.in. ogrody deszczowe, powierzchnie przepuszczalne w miejscach parkingowych, muldy retencyjne, obiekty hydrofitowe czy stawy infiltracyjne), które uodpornią miasta na wymienione zjawiska. W opracowaniu przedstawiliśmy praktyczne przykłady, studia przypadków projektów błękitnej infrastruktury z następujących miast: Wrocławia, Łodzi, Bydgoszczy, Gdańska, Kartuz i Kalisza. Analizowane przykłady wskazują, że odpowiedzialność za kreowanie przyszłego wizerunku tych terenów przejmują władze miast, które coraz częściej włączają lokalną społeczność, wyposażając ją w instrumenty w postaci budżetu obywatelskiego, inicjatywy lokalnej czy funduszu mikrograntów. Wszystkie przypadki wymagają dalszego pogłębienia wiedzy i współpracy różnych organów samorządowych, w tym również z władzami centralnymi. Praktyczne przykłady z wyżej wymienionych miast są weryfikowane i dalej rozwijane przez władze samorządowe i społeczność lokalną. Omówione projekty mogą służyć jako dobre praktyki dla innych miast i wymianie wiedzy.

## Bibliografia

Adamowski D., Zalewski J., Paluch P., Gixelli T. (2017) *Katalog zielono-niebieskiej infrastruktury. Część II. Wytyczne i rozwiązania*, MWiK w Bydgoszczy.

BBSR (2018) *Starkregeneinflüsse auf die bauliche Infrastruktur*, Bonn.

BBSR (2015) *Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte*, Bonn.

Dreiseitl H., Wanschura B. (2016) *Strengthening Blue-Green Infrastructure in our Cities. Enhancing blue-green infrastructure & social performance in high density urban environments*, Liveable Cities LAB, ramboll.com.

Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira (2019) *Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach. Katalog techniczny*, Berlin-Kraków.

Marzuchowska M., Żebrowski M. (2020) *Miasto gąbka – czyli jak wycisnąć więcej korzyści z naszych miast?*; <http://obserwatorium.miasta.pl/miasto-gabka-czyli-jak-wycisnac-wiecej-korzysci-z-naszyc-miast>.

Orłowski P., Ryś R., Brzozowy A., Zagrzejska-Fiedorowicz M., Siłuszek A., Gałązka A., Gęśła A., Górecki R., Hołdys M., Kadłubowski J., Kędzierska A., Kozłowska D., Krystek-Kucewicz B., Leszczyński M., Malak-Pętlicka E., Niemczyk J., Pastuszko M., Pawlak P., Popławska J., Radecka P., Sieradzon W., Skóra Z., Thel K., Tymosiewicz T., Wójcicka K., *Krajowa Polityka Miejska 2023* (2015) Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa.

*Plan adaptacji do zmian klimatu Miasta Kalisza do 2030 roku – projekt*, Plan adaptacji (2019) Kalisz; <http://44mpa.pl/wp-content/uploads/2018/11/Plan-Adaptacji-do-zmian-klimatu-Miasta-Kalisza.pdf>

Rajkowska B. i inni, (2018) *Plany adaptacji do zmian klimatu 44 miast Polski. Publikacja podsumowująca*, Warszawa.

Sadowski M., Lorenc H., Liszewska M., Osuch M., Kozyra J., Rykowski K., Różynski G., Tryjanowski B., Rymsza B., Lewandowski J., Olszewski P., Degórski M., Degórska B., Błażejczyk K., Głogowska M. (2020) *SPA 2020 – Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu w Polsce*.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2016) *Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*, Berlin.

Waldhoff A., Ziegler J., Bischoff G. i in. (2012) *Multifunctional Spaces for Flood Management – an Approach for the City of Hamburg, Germany*, „gwf-Wasser Abwasser”.

*Zagospodarowanie wód deszczowych w mieście Kartuzy, w celu poprawy retencyjności zlewni i ochrony przed zmianami klimatu*, Zagospodarowanie (2017), opracowanie własne Gminy w Kartuzach, Kartuzy.

## Akty prawne

Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 roku (Dz.U. 1997 78 poz. 483 ze zm.).

Ustawa z dnia 24 kwietnia 2003 roku o działalności pożytku publicznego i o wolontariacie (t.j. Dz.U. 2020 poz. 1057).



Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 roku o gospodarce nieruchomościami (Dz.U. 1997 nr 115 poz. 741 ze zm.).

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 ze zm.).

Ustawa z dnia 9 października 2015 roku o rewitalizacji (Dz.U.2015 poz. 1777 ze zm.).

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 roku o zmianie niektórych ustaw w celu zwiększenia udziału obywateli w procesie wybierania, funkcjonowania i kontrolowania niektórych organów publicznych (Dz.U. 2018 poz. 130).

## Spis ilustracji

---

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zdjęcie 1. Festiwal Wodny Ster na Bydgoszcz – w tle historyczna i współczesna (Opera Nowa) zabudowa nadrzeczna miasta (fot. R. Sawicki)..... | 9  |
| Zdjęcie 2. Zabudowa Wyspy Młyńskiej po działaniach rewitalizacyjnych (fot. R. Sawicki).....                                                  | 9  |
| Zdjęcie 3. Przystań jachtowa na Brdzie, zrealizowana w ramach IV etapu rewitalizacji Wyspy Młyńskiej w Bydgoszczy (fot. R. Sawicki).....     | 9  |
| Zdjęcie 4. Nabrzeża rzeki Oławy .....                                                                                                        | 10 |
| Zdjęcie 5. Nabrzeża rzeki Oławy .....                                                                                                        | 11 |
| Zdjęcie 6. Nabrzeża rzeki Oławy .....                                                                                                        | 11 |
| Zdjęcie 7. Zdjęcie 8. Nabrzeża rzeki Oławy .....                                                                                             | 12 |
| Zdjęcie 9. Zbiornik retencyjny na rzece Sokołówce .....                                                                                      | 12 |
| Zdjęcie 10. Sekwencyjny System Sedymentacyjno-Biofiltracyjny.....                                                                            | 13 |
| Zdjęcie 11. Park nad Sokołówką.....                                                                                                          | 14 |
| Zdjęcie 12. Przebieg rzeki Sokołówki w parku im. Adama Mickiewicza.....                                                                      | 14 |
| Zdjęcie 13. Zdjęcie 14. Koncepcja zagospodarowania parku im. Adama Mickiewicza .....                                                         | 15 |
| Zdjęcie 15. Koncepcja zagospodarowania terenów wokół stawu Wasiaka.....                                                                      | 15 |
| Zdjęcie 16. Wyremontowany park nad Sokołówką.....                                                                                            | 15 |
| Zdjęcie 17. Zalana ulica w Bydgoszczy .....                                                                                                  | 16 |
| Zdjęcie 18. Zalana ulica w Bydgoszczy .....                                                                                                  | 17 |
| Zdjęcie 19. Widok z Mostu Staromiejskiego .....                                                                                              | 18 |
| Zdjęcie 20. Schemat działania utwardzonych powierzchni przepuszczalnych .....                                                                | 18 |
| Zdjęcie 21. Schemat działania obniżen z bioretencją.....                                                                                     | 19 |
| Zdjęcie 22. Schemat działania korytek spływowych.....                                                                                        | 19 |
| Zdjęcie 23. Schemat działania rowu chłonnego .....                                                                                           | 20 |
| Zdjęcie 24. Schemat działania muldy chłonnej.....                                                                                            | 20 |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zdjęcie 25. Schemat rewitalizacji cieków miejskich.....                                     | 21 |
| Zdjęcie 26. Schemat działania zbierania deszczówki przy domu.....                           | 21 |
| Zdjęcie 27. Schemat działania ogrodu deszczowego .....                                      | 22 |
| Zdjęcie 28. Schemat działania pasażu roślinnego .....                                       | 22 |
| Zdjęcie 29. Schemat działania stawu hydrofitowego .....                                     | 23 |
| Zdjęcie 30. Schemat działania powierzchniowego zbiornika infiltracyjno-retencyjnego .....   | 23 |
| Zdjęcie 31. Schemat działania niecki filtracyjnej.....                                      | 24 |
| Zdjęcie 32. Schemat działania skrzynek rozsączających .....                                 | 24 |
| Zdjęcie 33. Schemat działania skrzyni korzeniowej .....                                     | 25 |
| Zdjęcie 34. Schemat działania podziemnych zbiorników szczelnych.....                        | 25 |
| Zdjęcie 35. Schemat działania powierzchniowego zbiornika retencyjnego szczelnego.....       | 26 |
| Zdjęcie 36. Schemat działania zielonych dachów .....                                        | 27 |
| Zdjęcie 37. Schemat działania fontanny z retencją .....                                     | 27 |
| Zdjęcie 38. Schemat działania placu wodnego.....                                            | 28 |
| Zdjęcie 39. Schemat działania biomimetyki .....                                             | 29 |
| Zdjęcie 40. Ogród deszczowy przy ulicy Zakopiańskiej.....                                   | 30 |
| Zdjęcie 41. Park deszczowy przy ulicy Azaliowej.....                                        | 30 |
| Zdjęcie 42. Park deszczowy w Matarni.....                                                   | 31 |
| Zdjęcie 43. Ogród deszczowy przy ulicy Stryjewskiego .....                                  | 31 |
| Zdjęcie 44. Kartuzy z lotu ptaka .....                                                      | 32 |
| Zdjęcie 45. Jezioro Karczemne .....                                                         | 33 |
| Zdjęcie 46. Zalana ulica w Kartuzach .....                                                  | 34 |
| Zdjęcie 47. Przykład rozwiązania problemu z odwodnieniem w postaci ogrodu deszczowego ..... | 35 |
| Zdjęcie 48. Powódź w Kaliszu w 2010 roku .....                                              | 36 |
| Zdjęcie 49. Poziom wody w rzece w Kaliszu w 2010 roku .....                                 | 38 |
| Zdjęcie 50. Widok na stare miasto w Kaliszu .....                                           | 42 |