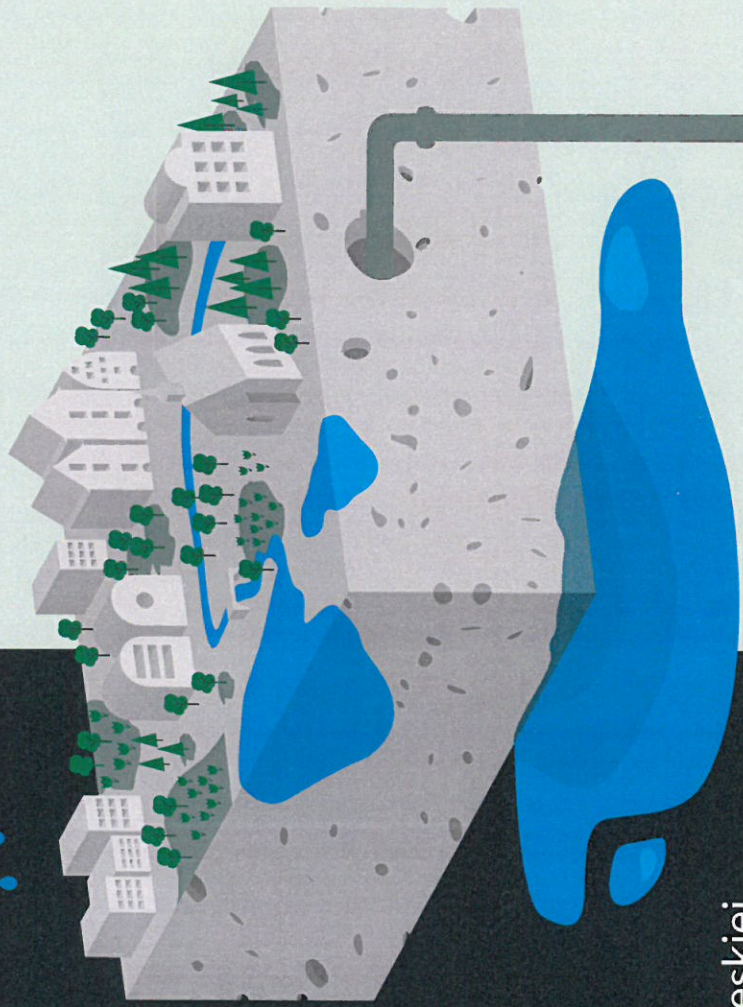




Idea jest, aby miasto było bardziej odporne na zmiany klimatu, aby funkcjonowało jak "gąbka" - akumulując wodę deszczową i umożliwiając jej wykorzystanie w okresach suszy.

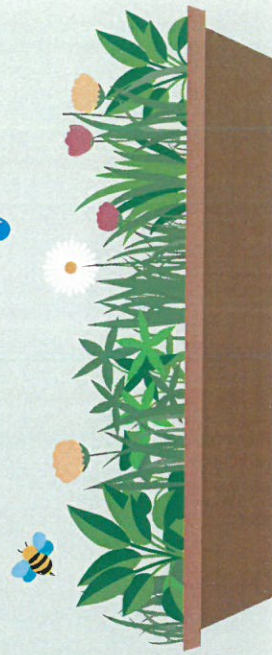
Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Bydgoszcy – sp. z o.o.



Katalog zielono – niebieskiej infrastruktury. Część II. Wytyczne i rozwiązania

Budowa i przebudowa kanalizacji deszczowej i dostosowanie sieci kanalizacji deszczowej do zmian klimatycznych na terenie miasta Bydgoszcy.

Wydanie | 31 sierpnia 2017



Autorzy katalogu:

Dastin Adamowski

dastin.adamowski@arup.com

Jacek Zalewski

jacek.zalewski@arup.com

Paweł Paluch

pawel.paluch@arup.com

Tomasz Glixelli

tomasz.glixelli@arup.com

Ilustracje, opracowanie graficzne, skład:

Artur Kita

artur.kita@arup.com

**Copyrights © 2017 by MWIK w Bydgoszczy and Arup
Wszelkie prawa zastrzeżone**

Ove Arup & Partners International Limited Sp. z o.o.

Oddział w Polsce

ul. Przybylszewskiego 56

30-128 Kraków

tel. +48 12 292 2230

krakow@arup.com

www.arup.com

retencjonowanie i wykorzystanie na terenie nieruchomości. Nowe analizy hydrauliczne i symulacje rozlicznych sytuacji wskazywały na konieczność wypracowania rozwiązań polegających na budowie licznych małych zbiorników retencyjnych i instalacji do wtórnego wykorzystania wody deszczowej czyli renaturalizacji starzych, wyschniętych oczek wodnych. Nozwalidny to mianem „rozproszonyj retencji”.

Projekt, który powiadl obajmje ostatecznie renowację blisko 90 km starzych kanalów (bo po wprowadzeniu retencji ich przepustowość okazała się wystarczającą) i budowę zaledwie 14 km kanalów nowych. Jego głównym zadaniem jednak jest budowa aż 66 zbiorników retencyjnych!

Dalsze analizy i rozważania wykazały potrzebę wieloletnich systematycznych działań w obszarze pozainwestycyjnym. Dlatego zaangażowaliśmy władze miasta, by przyjęły program 12w, Zielono-niebieskiej infrastruktury, który umożliwi stosowanie nowych rozwiązań likwidujących proste odprowadzanie wód deszczowych do kanalizacji i dających możliwość ich wykorzystania do podlewania na terenie każdej nieruchomości. Taką nową filozofię działania Miasto zamierza również stosować w planowaniu przestrzennym, w określonych warunkach zagospodarowania dla nowych terenów inwestycyjnych, jak i dla terenów rekultywowanych.

Dalej, wspólnie z Miastem, planujemy działania edukacyjne, których efektem ma być większe osobiste

zaangażowanie mieszkańców propagowaniem i stosowaniem Zielono-niebieskiej infrastruktury. Włączenie społeczeństwa Bydgoszczy w ten projekt jest naszym zdaniem warunkiem osiągnięcia założonych celów, czyli przede wszystkim zagospodarowania wód deszczowych i uzyskania trwałych, skutecznych rozwiązań w postaci uczynienia Miasta odpornym na zmiany klimatyczne.

Katalog rozwiązań, który oddajemy do rąk Państwa niech posłuży za przyszłowy elementarz wiedzy i stanowi praktyczną pomoc w tworzeniu miasta-gigbki. Ich powstanie, moim zdaniem, ma charakter przełomowy w całym procesie porządkowania „deszczówki”.

Bo naprawdę nie musi wale tak być, że „co tlewa, to nas zalewa. Tyle, że w tym nowym myśleniu nie możemy się ogłądać tylko na innych. Sami też musimy sobie innąć pomoc.

Przew

Stanisław Drzewiecki
Prezes MWiK
Bydgoszcz



Oddając w Państwa ręce drugą część „Katalogu rozwiązań Zielono-niebieskiej infrastruktury”, liczymy, że stanie się on inspiracją i pomocą dla urbanistów, planistów, architektów i inwestorów. Marzy nam się Bydgoszcz toniąca w zieleni, z parkami, zielonymi skwerami, ale i poprzetykanym zieloną chodnikami i placami, połączonymi z Brdą i Kanalem Bydgoskim w Zielono-niebieską sieć. Proponujemy w Katalogu 20 różnych rozwiązań, które przeciwdziałają wód deszczową przeciwdziałając podopieniom, poprawiają mikroklimat, zwiększają bioróżnorodność i sprzyjają kreowaniu miasta przyjaznego mieszkańcom, miasta w którym chce się mieszkać i odpoczywać.

Zmienność i nieprzewidywalność pogody obserwowanej na co dzień. Rzadko zdarzają się sytuacje, gdy wody w mieście jest odpowiednia ilość. Na ogół albo jest jej za dużo, co wtedy pojawia się problem podtopień, albo za mało, co z kolei widać po suchych trawnikach, zapylonych ulicach z kołot widać jako przyczynę zmiany klimatycznej. Wielu ekspertów wskazuje jako przyczynę zmiany klimatycznej. Odporność na zmiany klimatu to ważna cecha dobrze zarządzonych miast. Zwiększenie tej odporności w Bydgoszczy to także jeden z celów powstania Katalogu.

Tworzenie rozproszonej infrastruktury Zielono-niebieskiej w skali miasta jest mniej kosztowne i skuteczniejsze niż budowa twardej infrastruktury technicznej – sieci rur i zbiorników, gdyż likwiduje problem u źródła. Gdy woda trafi już do kanalizacji deszczowej, jej zretencjonowanie

lub ponowne wykorzystanie staje się bardzo kosztowne. Wiedzą o tym dobrze zarządzający siecią kanalizacji deszczowej w mieście. Mamy nadzieję, że dzięki Katalogowi łatwiej zdecydują się Państwo na przygotowanie projektów z uwzględnieniem potrzeb retencji wody tam, gdzie z deszczem spada ona na ziemię.

Chcemy się, mogąc podzielić się z Państwem naszą wiedzą i doświadczeniem zarówno z Polski jak i ze świata. Będziemy dumni, jeśli tym sposobem uda nam się przyczynić do powstania kolejnych rozwiązań Zielono-niebieskiej infrastruktury w Bydgoszczy.

Jack

Jack Zalewski
Lider biura Arup
w Krakowie



źródło: Wzrostkie prawa dozwolone CCO

Wstęp

O celach „Katalogu”

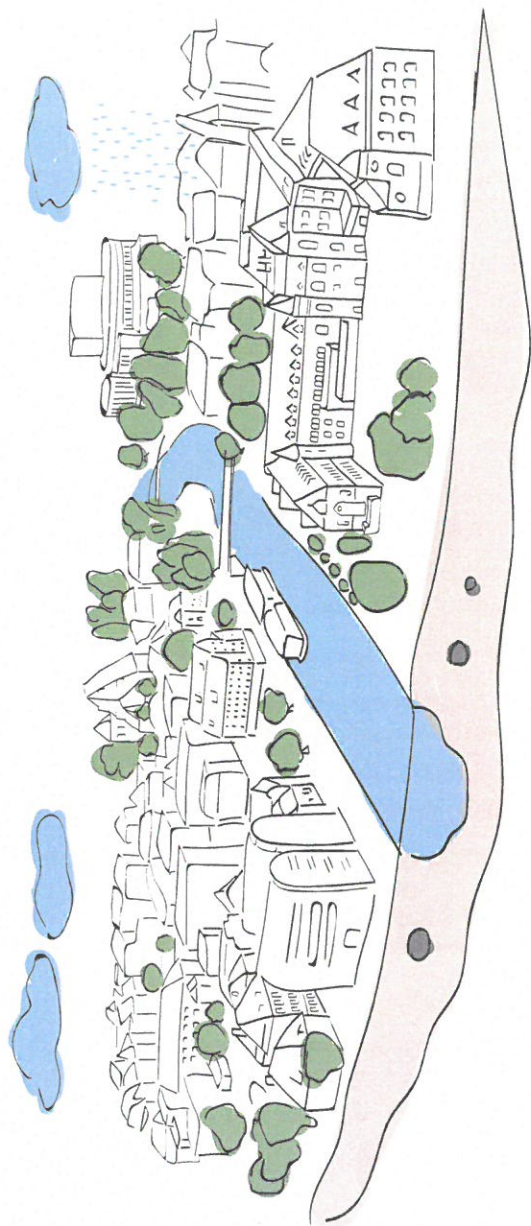
Bydgoszcz jak każde większe miasto w Polsce boryka się ze skutkami zagęszczającej się zabudowy mieszkaniowej, przemysłowej i usługowej. Intensywna zabudowa oraz uszczelnianie powierzchni przepuszczalnych i biologicznie czynnych powodują zwiększenie spływu powierzchniowego, przeciążenia kanalizacji oraz odborników, kanałów lub rzek i problemy z podtopieniami. Ta tendencja nakłada się na coraz częstsze ekstremalne zjawiska klimatyczne, przede wszystkim powodzie, ale także susze. Sytuacja staje się dwubiegunowa: raz wody jest za dużo, a za chwilę - za mało. Skutkiem są poważne straty ekonomiczne, obniżony komfort życia, a bywa że i zagrożenie dla życia i zdrowia mieszkańców.

Aby odwrócić ten niekorzystny trend, miasto rozpoczyna promowanie tworzenia „zielonej” lub też „zielono-niebieskiej” infrastruktury w celu retencji wód opadowych. Pod tym hasłem kryje się odpowiednio zaprojektowane parki, ogrody deszczowe, naturalne zbiorniki retencyjne, zrewitalizowane cieki wodne, rowy przydrożne, a także rozwiązania do zastosowań indywidualnych - przydomowych.

Dzięki odpowiedniemu planowaniu przestrzennemu połączeniu z analizą warunków dla zagospodarowania wód deszczowych możliwe jest maksymalne wykorzystanie potencjału terenów zielonych.

Z problemem podtopień najlepiej radzić sobie w miejscu, gdzie znajdują się jego przyczyny, czyli tam gdzie dochodzi do uszczelnienia powierzchni.

Idealem jest połączenie w ramach tworzonej inwestycji różnorodnych funkcji: obok podstawowej, dla której tworzony jest projekt (na przykład handlowej, komunikacyjnej, mieszkaniowej, rekreacyjnej), także funkcje gromadzenia i zagospodarowania wód opadowych lub ich infiltracji, przeciwdziałania powstawaniu wysp ciepła, zwiększenia bioróżnorodności, a przy tym poprawy estetyki obszarów poddawanych zabudowie.



Trendy w rozwoju miast czyli „miasto jak gąbka”

Miasta coraz częściej dostrzegają problem związany ze zbyt szybkim odprowadzaniem nadmiernej ilości wód opadowych z terenów zurbanizowanych, będący skutkiem nadmiernego uszczelnienia powierzchni miejskich oraz kłótniwalnych intensywnych opadów deszczu. Na etapie planowania przestrzennego inwestycji kładzie się nacisk na stosowanie przez inwestorów takich metod redukcji bądź opóźnienia spływu wód opadowych, aby inwestycja nie doprowadzała do przeciążenia układu kanalizacji, a nawet by jej wpływ był obojętny. W tym przypadku zagospodarowanie wód opadowych musi równoważyć zwiększony odpływ wynikający z uszczelnienia. Zintegrowane podejście do rozwoju infrastruktury miejskiej przyczynia się do zminimalizowania wpływu obszarów zabudowanych na środowisko przyrodnicze.

Podstawowymi kierunkami działań, związanymi z planowaniem przestrzennym w miastach, a mającymi na celu redukcję spływu wód opadowych z terenu inwestycji i ograniczenie niekorzystnych skutków powodzi i suszy są przede wszystkim:

- przeznaczenie „zielonych” miejsc dla retencji (np. otwarte stawy i zbiorniki retencyjne zamiast

zbiorników podziemnych, rowy bioretencyjne), zatrzymujących wody opadowe podczas nawaalnych deszczy; zastosowanie roślinności buforowej, która powoduje je zwiększenie powierzchni wsiąkania wody oraz parowania (np. pasy zieleni usytuowane poniżej nawierzchni jezdni i chodnika, rowy, ogródki miejskie, zielone dachy i fasady);

- stosowanie nawierzchni przepuszczalnych na dużych powierzchniach jak parkingi, place, ścieżki drogi (przykładem są tutaj nawierzchnie mineralne, mineralno-żywiczne, hydrofilgi, asfalt porowaty, beton przepuszczalny, geokraty lub kraty betonowe wypełnione trawą lub żwirami);

- ponowne wykorzystanie wód opadowych na terenie inwestycji (podlewanie zieleni, splukiwanie ulic, powtarne wykorzystanie deszczówki w budynkach na przykład do splukiwania toalet);

- wykorzystanie i powiększanie istniejących systemów naturalnego odprowadzania wód deszczowych (np. rowy i niecki infiltracyjne, muldy trawiaste, studnie chłonne, zbiorniki infiltracyjne) zamiast umownia wody w tury i kanały;

- ochrona i rewitalizacja miejsc zieleni;

- Równoległe konieczne jest promowanie i sformułowanie legislacyjne lub finansowe powstawania rozproszonej

retencji w obszarach zabudowanych poprzez instrumenty planistyczne, a także sposób wyliczania opłaty za odprowadzenie wód deszczowych.

Upraszczając można powiedzieć, że idealne rozwiązanie inwestycyjne wymaga ujmowania wód deszczowych w rury i ich odprowadzania poza teren inwestycji.

Oporność miast i ich adaptacja do zmian klimatu

Wraz z rozwojem miast, zagęszczaniem zabudowy, ale i ich rozlewaniem się na tereny sąsiednie, coraz więcej mówi się o odporności terenów zurbanizowanych na klęski żywiołowe.

Oporność rozumiana jest w tym kontekście nie jako opór i niezmiennictwo, lecz jako elastyczna „umiejętność” adaptowania się do zmian lub ograniczania strat wynikających z krótkotrwałego zagrożenia.

Obok procedur zarządzania kryzysowego coraz większą wagę przywiązuje się do projektowania infrastruktury sprzyjającej adaptacji miast do nagłych zmian pogodowych, ale również przystosowania miast do przewidywanych długoterminowych trendów klimatycznych. Przykładem może być trend związany ze wzrostem temperatury (średniej czy też maksymalnej).

Piąty Raport IPCC (ang. *International Panel for Climate Change*) podaje, że główne skutki prognozowanych zmian klimatu będą dotyczyć terenów zurbanizowanych, oraz że jest niezwykle prawdopodobne, że więcej niż połowa obserwowanych wzrostów średnich temperatur jest spowodowana przez działalność człowieka. Piąty Raport IPCC zawiera również zaktualizowane modele klimatyczne, które odzwierciedlają obserwowane trendy zmian klimatu na Ziemi.

Wyniki długofalowych symulacji potwierdzają trendy zmian, które obserwowane są w rzeczywistości: groźniejsze opady ekstremalne przy często niewielkich zmianach rocznych sum opadów.

Ważny strategiczny dokument w Polsce – Strategiczny Plan Adaptacji do zmian klimatu (SPA 2020) – jako jeden z instrumentów przystosowania miast wskazuje skuteczny system planowania przestrzennego ograniczający możliwość zabudowy terenów zagrożonych powodzią oraz uwzględniający potencjalne oddziaływanie zjawisk ekstremalnych spowodowanych zmianami klimatu. W dokumencie podkreślono także wagę miejskiej polityki przestrzennej uwzględniającej zmiany klimatu. Do wymienionych działań adaptacyjnych zalicza się między innymi:

- „Rewitalizację przyrodniczą, w tym przywracanie zdegradowanym terenom zieleni i zbiornikom wodnym ich pierwotnych funkcji, ze szczególnym uwzględnieniem

małej retencji w miastach. Wymiana szerszych powierzchni gruntu na przepuszczalne

- Uwzględnienie w planach zagospodarowania w miastach konieczności zwiększenia obszarów zieleni i wodnych, korytarzy wentylacyjnych („”).

Prawo wodne

W nowym, uchwalonym 20 lipca 2017 roku Prawie wodnym, widoczny jest trend zmierzający w stronę retencjonowania wody oraz przeciwdziałania ograniczeniu naturalnej retencji i przeciwdziałania bezpośredniemu odprowadzaniu wody z terenów uszczelnionych. Wprowadzane instrumenty, nawet jeśli jeszcze niedoskonałe, podkreślają wagę rozwiązań zielono-niebieskiej infrastruktury i wartość jaką ma użytkowana woda.

Woda deszczowa w Bydgoszczy

W planowaniu zrównoważonego rozwoju Bydgoszczy, jako miasta zdolnego do adaptacji do zmian klimatu, jednostki organizacyjne odpowiedzialne za te działania coraz większą wagę przywiązują do wdrażania rozwiązań rozproszonych zielono-niebieskiej infrastruktury.

Idea jest, aby miasto funkcjonowało jak „gąbka” – akumulując wodę deszczową i umożliwiając jej wykorzystanie w okresach suszy.

Kształtowanie miasta w tym kierunku to proces rozłożony na wiele lat.

Podjęcie to towarzyszy wdrażanemu przez Miejskie Wodociągi i Kanalizację w Bydgoszczy projektowi „Budowa i przebudowa kanalizacji deszczowej i dostosowanie sieci kanalizacji deszczowej do zmian klimatycznych na terenie miasta Bydgoszczy”. Jest on zasadniczo odpowiedzią na bieżące potrzeby przebudowy sieci kanalizacji deszczowej w Bydgoszczy i wieloletnie zamierzania w jej utrzymaniu i rozwoju. Równocześnie jego celem jest przystosowanie miasta do zmiany warunków klimatycznych. Sukces projektu zależy zatem nie tylko od skutecznego przeprowadzenia planowanych inwestycji zwiększających retencję w zlewni i renowacji sieci kanalizacji deszczowej, ale także od odpowiedniego podejścia do planowania przestrzeni miejskiej. Bez tego elementu nakłady inwestycyjne w rozwiązywanie punktowe (zbiorniki, retencje w kanałach) i sieciowe (rozbudowa i renowacja kanalizacji deszczowej) będą stałe rosły, nadmiernie obciążając kosztami ich budowy mieszkańców i inwestorów prowadzących w mieście działalność gospodarczą. Celem projektu jest zatem odpowiedź na potrzeby zidentyfikowane dla sytuacji bieżącej, ale także wprowadzenie rozwiązań zmieniających



źródło: Arup

niekorzystny trend wzrostu zagrożeń i przeciwdziałających zagrożeniom w miejscu ich powstawania, czyli zanim wody opadowe znajdą się w kanalizacji deszczowej.

Bydgoszcz stawia realnie na retencję, czyli na zatrzymywanie wody i na myślenie o wykorzystywaniu jej na miejscu, a nie o tym, jak najszybciej pozbyć się jej z miasta.

Współpraca i inspiracja

„Zazdrościmy Bydgoszczy pasji, determinacji i integracji środowisk, które wyznały sobie wspólny cel”

– takie opinie często wygłaszano podczas zorganizowanej w Hali Pomp w Bydgoszczy w czerwcu 2017 roku konferencji naukowej dotyczącej retencji z perspektywą do roku 2050, podczas której omawiano bydgoskie doświadczenia.

Miasta przystępują do opracowywania modeli hydraulicznych integrujących systemy kanalizacyjne, rzeki oraz pokrycie terenu, dzięki którym można precyzyjnie zrozumić jakie problemy w zlewniach są przyczyną podtopień. Zintegrowane modele są doskonałym narzędziem umożliwiającym analizę możliwych rozwiązań i zoptymalizowanie działania całego systemu miejskiego.

Jednym z problemów dużych aglomeracji miejskich jest jednak brak koordynacji i współpracy pomiędzy sektorami odpowiedzialnymi za planowanie przestrzenne oraz za gospodarowanie zasobami wodnymi. Posiadanie przez miasta odpowiednich instrumentów (np. zapisów w miejscowych planach, przewoźników dobrych praktyk, zaleceń do stosowania norm branżowych, modeli hydraulicznych) umożliwia skuteczne egzekwowanie stosowania naturalnych metod zagospodarowywania wód opadowych w procesie inwestycji i rewitalizacji struktur miejskich. W literaturze zwraca się także uwagę na późniejsze utrzymanie powstałych rozwiązań zapewniające trwałość efektów. Choć kluczową rolę odgrywa planowanie przestrzenne, a więc odpowiedzialne za nie władze miasta, warto zauważyć, że woda w mieście „przepływa” pomiędzy różnymi interesariuszami: spada jako deszcz na działkę prywatną lub ulicę, aby przez sieć kanalizacji zarządzaną przez wydziały miejskie lub spółki wodociągowe odpłynąć do

rzeki czy kanału, o które z kolei dbają instytucje rządowe.

Bez współpracy i wprowadzania skutecznych instrumentów stymulujących rozwój zielono-niebieskiej infrastruktury na każdym etapie inwestycyjnym, ale też bez przedstawiania inspirujących dobrych praktyk, osiągnięcie efektów w postaci ograniczenia podtopień i powodzi będzie bardzo trudne.

Część II Katalogu. Struktura dokumentu czyli jak korzystać z Katalogu?

W drugiej części Katalogu przedstawiamy 20 najbardziej przydatnych rozwiązań retencji i gospodarowania wodami opadowymi, które z powodzeniem mogą być stosowane w Bydgoszczy: od rozwiązań przydomowych, ogrodów deszczowych, przez muldy chłonne, skrzynki rozsączające, stawy hydrofitowe aż po zbiorniki powierzchniowe i podziemne.

Rozwiązania te mogą być stosowane w różnych miejscach w mieście. Niektóre dostosowane są do zabudowy jednorodzinnej, rozproszonej, inne sprawdzają się najlepiej przy drogach, jeszcze inne są najlepsze dla zwartej zabudowy miejskiej. Dlatego zebraliśmy je w 6 kategorii:

- I. domy jednorodzinne
- II. drogi/ciągi komunikacyjne
- III. osiedla
- IV. parki
- V. zabudowa zwarta
- VI. parkingi, place, obiekty handlowe

Dzięki temu można najpierw odnaleźć interesujący nas obszar, w którym zlokalizowany ma być projekt, a następnie zapoznać się z typowymi dla tego obszaru rozwiązaniami.

Przy każdym rozwiązaniu, obok opisu i charakterystycznych wymogów technicznych określano także, w pięciostopniowej skali jego cechy takie jak: wysokość nakładów inwestycyjnych, potrzeby związane z utrzymaniem, potencjał rozwiązania dla potrzeb retencji wód, podczyszczania i infiltracji.

ZASTOSOWANIE						
	Place Parkingi	Drogi	Parki	Osiedla	Zabudowa zwarta	Domy jednorodzinne
Powierzchnie przepuszczalne	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lokalne obniżenia z bioretencją	✓	✓	✓	✓	✓	
Korytka spływowe	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rowy chłonne	✓	✓	✓	✓		
Muldy chłonne	✓	✓	✓	✓		
Rewitalizacja cieków miejskich			✓	✓		
Deszczówka przy domu				✓	✓	✓
Ogrody deszczowe			✓	✓	✓	✓
Pasáže roślinne			✓	✓		✓
Stawy hydrofitowe	✓	✓	✓	✓		✓
Powierzchniowe zbiorniki infiltracyjno-retencyjne	✓	✓	✓	✓		
Niecki filtracyjne	✓	✓	✓	✓		
Podziemne zbiorniki szczelne	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne	✓	✓	✓	✓		✓
Skrzynki rozsączające	✓	✓		✓	✓	✓
Skrzynie korzeniowe	✓	✓		✓	✓	
Zielone i niebieskie dachy				✓	✓	✓
Fontanny z retencją	✓		✓	✓	✓	
Place wodne	✓		✓	✓	✓	
Biominetyka (naśladowanie natury)			✓	✓	✓	✓

I DOMEY JEDNORODZINNE

Skrzynki rozsączające:

Umiejscowione pod ziemią skrzynki, o objętości retencyjnej kilkakrotnie większej niż w rowach zwirowych. Przyjmują wodę z dachów i powierzchni utwardzonych oraz wspomagają infiltrację w grunt.

Zielone i niebieskie dachy:

Niebieskie działające jak zbiorniki retencyjne, zielone – przy pominięciu tramwajów, ląki z kwiatami lub brunatne – ekstensywne, dachy o najniższych wymogach utrzymania. W dużych miastach rekompensują utratę zieleni, sprzyjają przywróceniu równowagi przyrodniczej oraz poprawiają mikroklimat

Powierzchnie przepuszczalne:

Wspomagając infiltrację wód opadowych na powierzchniach utwardzonych.

Pasaze roślinne:

Odpowiednio ukształtowany teren obsadzony gęstą roślinnością wodolubną nie tylko podwyższa walory estetyczne ogrodu, ale przede wszystkim posiada dużą zdolność do oczyszczania wód deszczowych.

Korytka spływowe:

Odprowadzenie wody z powierzchni dachów nie musi kończyć się pod ziemią. Otwarte korytka można budować z fantazją, kierując odpływ do oczek wodnych.

Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne:

Element architektury ogrodowej, idealne miejsce wypo-
czynku. Posadzone rośliny lub dobrane dekoracje mogą
nadać atrakcyjny charakter zbiornika, maskując jego
elementy konstrukcyjne.

Stawy hydrofitowe:

Obfitują w rośliny wodne lub bagienne skutecznie usuwające zanieczyszczenia. Bywają też częścią przydomowych oczyszczalni ścieków. Duża pojemność retencyjna stawów stosowanych w tym celu zabezpiecza przed podtopieniami podczas nagłych spływów deszczu.

Deszczówka przy domu:

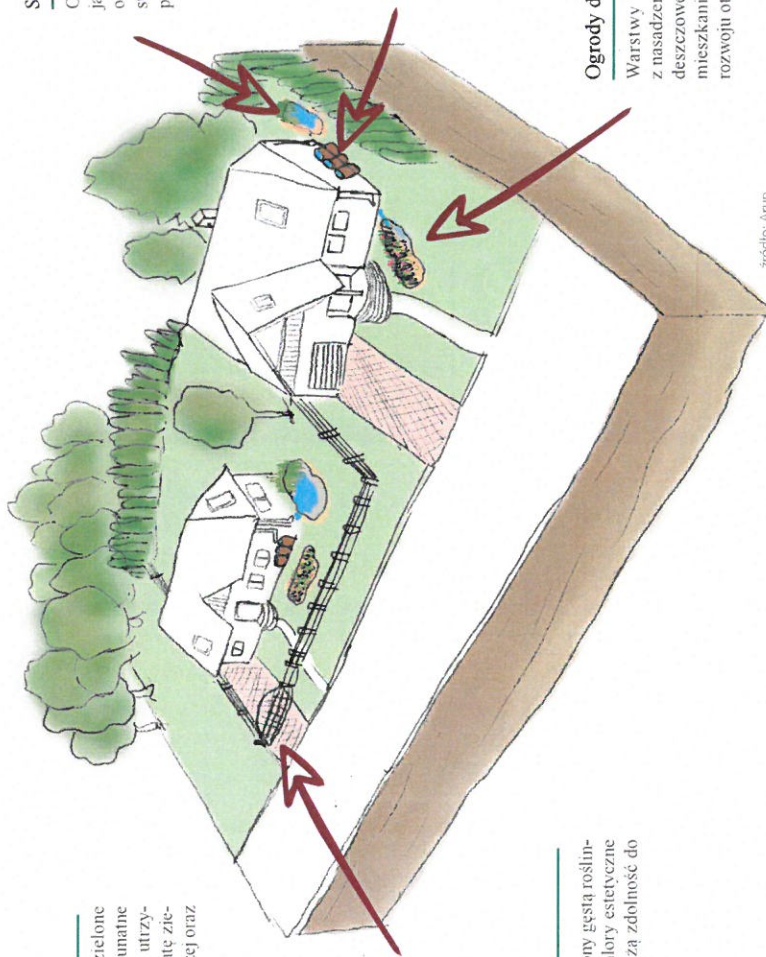
Odryśk deszczówki można przeprowadzić na wiele sposobów, między innymi poprzez zamontowanie w rurze spustowej zbieracza deszczówki i wykonanie instalacji zbiornikowej. Deszczówka idealnie sprawdzi się przy codziennej pielęgnacji kwiatów, trawników i roślin.

Ogrody deszczowe:

Warstwy drenażowe wkomponowane w teren wraz z nasadzeniami roślin o zdolnościach oczyszczania wody deszczowej. Proste rozwiązanie, dzięki któremu każdy mieszkaniec może przyczynić się do zrównowazonego rozwoju otoczenia.

Podziemne zbiorniki szczelne:

Budowane w postaci skrzynek mogą być łączone w moduły. Na rynku dostępne są modele zawierające specjalne filtry oczyszczające, dzięki czemu zebrana woda może być wykorzystana również do prania lub splukiwania toalet.



Forródo: Artid

II DROGI

Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne:

Lagodza ekstremalne przepływy burzowe, ale także na ogół stanowią ważny element krajobrazu miejskiego, podnosząc jego wartość przyrodniczą

Powierzchnie przepuszczalne:

Ograniczenie udziału powierzchni uszczelnionych w miastach jest jednym z priorytetowych działań dla zatrzymania wody, bowiem od rodzaju pokrycia powierzchni zależy wielkość spływu wód opadowych. Na mniej ruchliwych drogach kostka brukowa i asfalt mogą być zastąpione nawierzchniami przepuszczalnymi.

Lokalne obniżenia z bioretencją:

Obniżenie w stosunku do niwelety drogi polećka, obsadzone roślinnością rodzimą, przechwytywać nadmiar spływającej wody i działać niejako mikro zbiorniki retencyjne z funkcją podczyszczania.

Muldy chłonne:

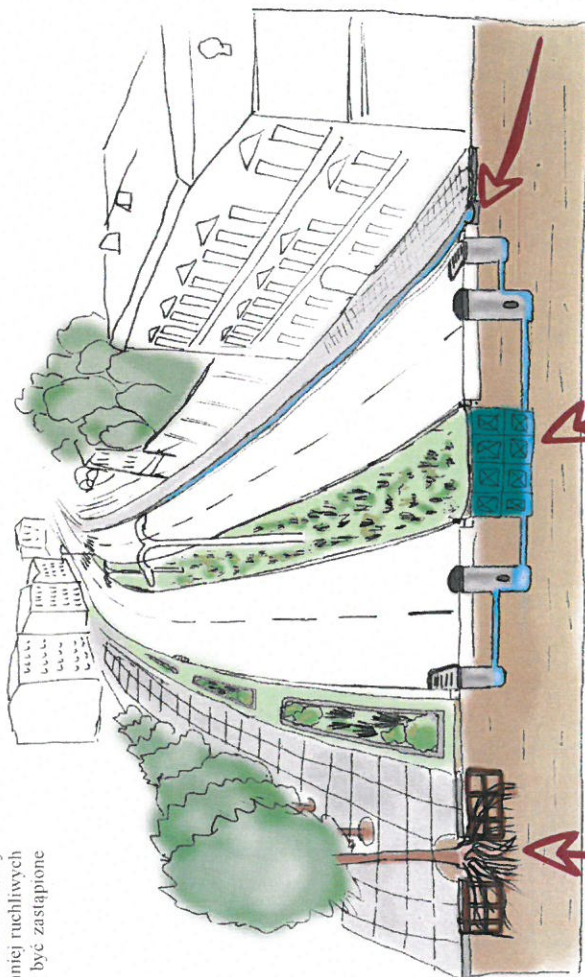
Zmniejszona w wyniku budowy drogi retencja może być odzyskiwana dzięki długim otwartym kanałom opóźniającym odpływ i oczyszczającym wodę z zawieszin. Świetnie sprawdzają się w zabudowie jednorodzinnej i rozproszonej.

Stawy hydrofityowe:

Te wodne ekosystemy imitujące warunki bagienne, dzięki porastającym roślinom naczyniowym, skutecznie poprawiają jakość zanieczyszczonych seieków deszczowych spływających z dróg

Podziemne zbiorniki szczelne:

Duża pojemność zbiorników oraz dostępność produktów prefabrykowanych stoją za popularnością tego rozwiązania szczególnie w projektach odwadniania dużych powierzchni drogowych w zwartej zabudowie.



źródło: Arup

Skrzynki korzeniowe:

Skrzynki korzeniowe umożliwiają nasadzenia w zwartej zabudowie, a dzięki drzewom powstaje naturalna bariera dla hałasu i pyłu, wprowadzając zacienienie i podnosząc jakość życia mieszkańców miasta. Gromadzona woda opadowa umożliwia wzrost drzewom zachowując je w dobrej kondycji.

Skrzynki rozsączające:

Skrzynki to coraz bardziej popularny podziemny system magazynujący, retencyjny lub rozsączający, wspomagający pracę układów kanalizacyjnych. System taki umożliwia przesunięcie odpływu w czasie oraz zatrzymanie i infiltrację wód deszczowych „u źródła”.

Rowy chłonne:

Linowe urządzenia infiltracyjne budowane najczęściej wzdłuż drogi lub chodnika, w których zgromadzona woda opadowa jest częściowo infiltrowana, a nadmiar odprowadzany dalej.

Niecki filtracyjne:

Latwość wkomponowania niecek w krajobraz naturalny ze względu na ich niewielkie zagłębienie i pokrycie roślinnością, powoduje, że stanowią ekonomiczne rozwiązanie odwadniające pobliskie ciągi komunikacyjne.

Powierzchniowe zbiorniki infiltracyjno-retencyjne:

Odpowiednio zaprojektowane zbiorniki o pojemności dobranej do odpływu ze zlewni, skutecznie chronią przyległe tereny przed zalaniem wodą z uszczelnionych ciągów komunikacyjnych.

Korytka spływowe:

Latwe w utrzymaniu odprowadzenie powierzchniowe wód opadowych z niewielkich dróg wewnętrznych pozostawia wiele przestrzeni na wyobraźnię i kreatywność, pozwalając zaoszczędzić na kosztach bardziej skomplikowanej infrastruktury kanalizacyjnej.

III OSIEDLA

Place wodne:

W okresach suchych służą rekreacji, a napelniając się deszczówką w czasie opadów, opóźniają jej odpływ.

Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczególne:

Stanowią szczególne elementy architektoniczne terenu w obrębie osiedli, zwiększając ich atrakcyjność oraz komfort życia mieszkańców. Tworzą naturalne siedliska, magazynując wodę deszczową i pełniąc funkcję rekreacyjną.

Powierzchnie przepuszczalne:

Georaty dla miejsc postojowych czy materiał mineralny, związany niewielką ilością ziwy epoksydowej, przepuszczają wodę poprawiając nawodnienie rosnących na osiedlach roślin. Bogata paleta rozwiązań nawierzchni umożliwia tworzenie różnorodnych alejek osiedlowych.

Skrzynki rozsączające:

Kompaktowy system retencji czy rozsączania wód opadowych. Dzięki podziemnej konstrukcji nie ogranicza powierzchni terenu, oszczędzając cenną przestrzeń miejską.

Korytka spływowe:

Ożywiający element kształtowania osiedla, eksponujący spływającą wodę. Korytka mogą krzyżować się z jezdnią i uspakajając ruch uliczny. Na placach tworzą świetne miejsca zabaw dla dzieci.

Rowy chłonne:

Linie odwodnienia wypełnione zwirowiem, mające zastosowanie w miejscach, gdzie inne urządzenia drenarskie wymagające większej powierzchni nie mogą być zastosowane.

Podziemne zbiorniki szczególne:

Stanowią solidną ochronę przeciw podtopieniom, mogące w stosunkowo krótkim czasie zgromadzić duże ilości spływającej wody deszczowej. Umieszczane pod ziemią, pozwalają zaoszczędzić cenną przestrzeń osiedlową dla innych celów.

Lokalne obniżenia z bioretencją:

Porosnięte rozmaitymi kompozycjami roślin wodolubnych przydrożne polećka retencyjne, tworząc przyjazne miejsce do odpoczynku i spaceru, urozmaicając krajobraz osiedla.

Stawy hydrofitowe:

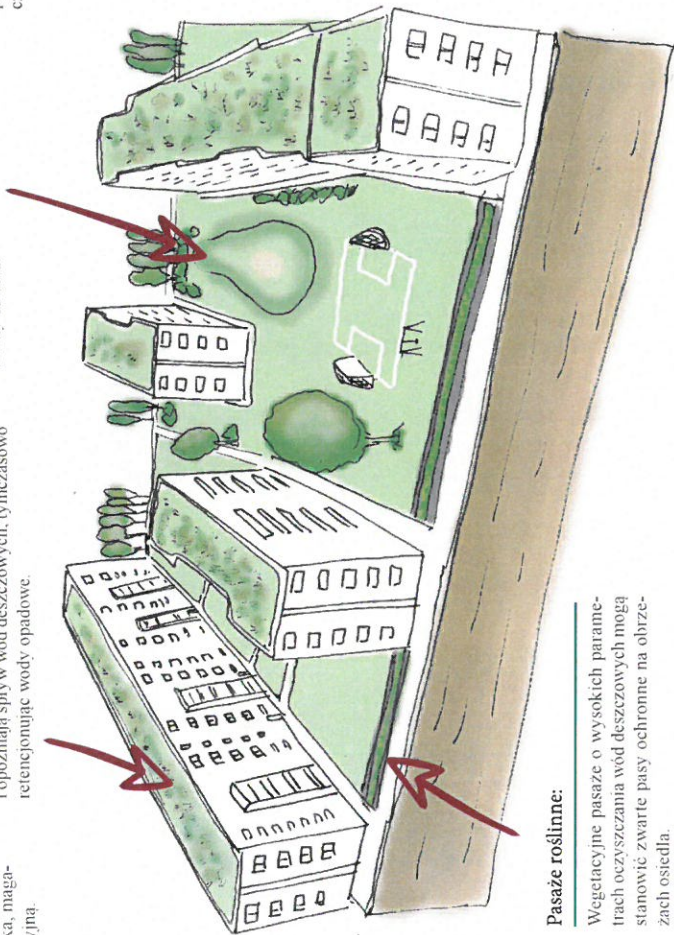
Rozwiązanie oparte na naśladowaniu naturalnych mechanizmów bagiennych, prowadzących do znacznego polepszenia jakości wód deszczowych. Stawy są jedynym z wzorcowych przykładów regeneracji krajobrazu przekształconego przez człowieka.

Niecki filtracyjne:

Niewielkie zagłębienia o dobrych właściwościach retencyjnych, podczyszczania i łatwe do wkomponowania w zielone tereny osiedla.

Zielone i niebieskie dachy:

Odpowiednio wykonane filtry deszczówki, usuwając z niej zanieczyszczenia, zatrzymując kurz i pyły. Zielone rośliny dodatkowo produkują tlen i opóźniają spływ wód deszczowych, tymczasowo retencjonując wodę opadową.



źródło: Arup

Pasaże roślinne:

Wegetacyjne pasáže o wysokich parametrach oczyszczania wód deszczowych mogą stanowić zwarte pąsy ochronne na obrzeżach osiedla.

Rewitalizacja cieków miejskich:

Odpowiednie ukształtowanie terenu przy cieku w formie moziwie zbliżonej do naturalnej, z pozostawieniem miejsca na meandrowanie lub wykształceniem wielodzielnego koryta oraz dobór szaty roślinnej pozwalają na odzyskanie utraconego charakteru cieku miejskiego i stworzenie miejsca o wysokich walorach estetycznych, rekreacyjnych czy nawet edukacyjnych. Sieć cieków może tworzyć parki linearne, połączone przybrzeżnym mi ścieżkami rowerowymi i spacerowymi.

Muldy chłonne:

Woda deszczowa nie powinna być chowana w studzienkach i rurociągach. Ich budowa i utrzymanie są kosztowne. Tymczasem trawienie podłożne zagłębienia jeśli tylko poprawnie wkomponowane w strukturę zabudowy, doskonale sprawdzają się nie tylko odprowadzając wodę, ale też czyniąc osiedla miejscami przyjaznymi dla mieszkańców.

Powierzchniowe zbiorniki infiltracyjno-retencyjne:

Nie tylko zapewniają wydajny magazyn gromadzący wody opadowe i umożliwiający rozsączanie nadmiaru wody do gruntu, ale także są miejscem życia roślin i zwierząt preferujących siedliska wodno-ładowe oraz stwarzają możliwości aranżacji na potrzeby wypoczynkowe dla mieszkańców osiedli.

Ogrody deszczowe:

Przechwytyują wodę opadową i dzięki temu odciażają tradycyjną sieć kanalizacyjną, a jednocześnie kreują atrakcyjną przestrzeń i przyczyniają się do ochrony środowiska.

Skrzynki korzeniowe:

Nowatorskie systemy których celem jest retencja wody i zapewnienie optymalnych warunków dla wzrostu drzew. Stosowane szczególnie w ciasnych lokalizacjach, gdzie połączenie tych funkcji osobno jest kłopotliwe.

Deszczówka przy domu:

Woda zebrana z dachów spływając do powierzchniowych zbiorników, oczek wodnych, stawów pozwala ograniczyć nakłady inwestycyjne na wspólną infrastrukturę, obniżyć koszty środowiskowe i zwiększa odpowiedzialność mieszkańców za wspólną przestrzeń.

Fontanny z retencją:

Stanowią ulubione miejsce spędzania wolnego czasu z bliskimi. Woda w ruchu nadaje miejscu wyjątkową atmosferę.

IV PARKI

Ogrody deszczowe:

Każdy z nich jest niepowtarzalny, z odmienną kombinacją roślinną, a przy większej ilości można już mówić o systemie korzystnym dla zasobów wodnych i środowiska.

Lokalne obniżenia z bioretencją:

Zatrzymywanie części warstwy opadów przez glebę i rośliny w tych niewielkich obniżeniach poprawia powiązanie przestrzeni miejskich z terenami zieleni parkowej.

Korytka spływowe:

Korytka postrzegane są jako element kreowania charakteru miejsca. Zamiast w rurociągach, woda odprowadzana jest na powierzchnię, przez co różnicuje i zmienia strukturę nawierzchni umocnionych.

Rewitalizacja cieków miejskich:

Obniżenie prędkości przepływu wody przez wykształcenie wielodzielnego koryta, na przykład z okresowo zalewaną ścieżką rowerową, często pozwala na rewitalizację cieków i wyrażenie zwiększonej bioróżnorodności. Warto pomyśleć o meandrowaniu cieków w ramach koryta przy niskich przepływach.

Rowy chłonne:

Wypelnione utworami przepuszczalnymi jak żwir, mogą być obsadzone roślinami dobrze znoszącymi nadmiar wody podczas deszczu, jak i jej niedobór w okresie suchym.

Niecki filtracyjne:

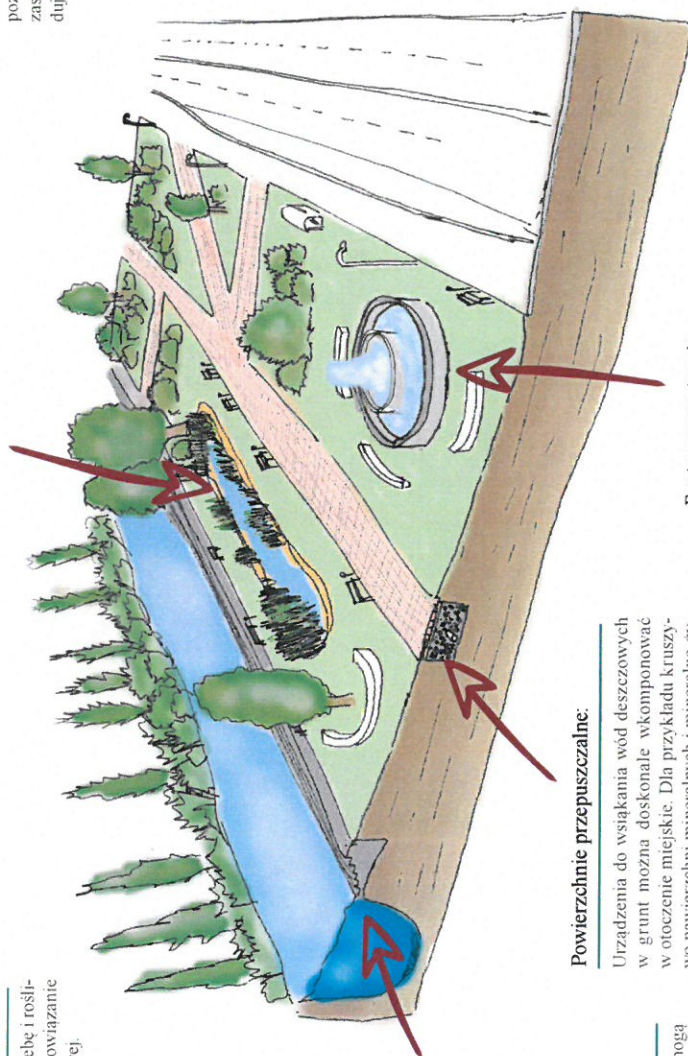
Gromadzące spływ powierzchniowy niecki, wpisane w ukształtowane tereny, mogą stać się ozdobą przestrzeni parkowej.

Pasaze roślinne:

Wpływają korzystnie na estetykę zagospodarowania terenu, często stając się kluczowym ogniwem systemu oczyszczania wód deszczowych i spójności parków i skwerów.

Powierzchniowe zbiorniki infiltracyjno-retencyjne:

Otwarte wody zbiorników wraz z bujną roślinnością brzegową wpływają na zatrzymanie wody opadowej u źródła powstania, a także zwiększają jej czystość. Ruchy fal oraz odbicia światła są niezwykle ożywiającymi elementami parku miejskiego.



źródło: Arup

Fontanny z retencją:

Szumiąca w fontannie woda ułatwia relaks, i działa kojąco. Fontanna często stanowi rdzeń i punkt centralny parku miejskiego.

Powierzchnie przepuszczalne:

Urządzenia do wsiąkania wód deszczowych w grunt można doskonale wkomponować w otoczenie miejskie. Dla przykładu kruszywo nawierzchni mineralnych i mineralno-żwiwnych może mieć różne kolory, co stanowi alternatywę dla asfaltu lub kostki brukowej.

Stawy hydrofiołowe:

Wraz z charakterystyczną szatą roślinną stawy wpisujące się w układ kompozycyjny alejek i placów parkowych oraz pozwalają stworzyć klimat nadwodnej enklawy. Mogą być zasilane wodą z okolicznych terenów utwardzonych, znajdujących się wokół parku.

Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne:

Mogą stanowić wartościowe elementy krajobrazu, które poza pojemnością retencyjną skutecznie ograniczającą odpływ wody i łagodząca fale powodziowe, współtworzą atrakcyjne otwarte przestrzenie miejskie, służące rekreacji w okresach bezdeszczowych.

Podziemne zbiorniki szczelne:

Ukryte pod powierzchnią terenu wpływają na ograniczenie niejednokrotnie katastrofalnych skutków powodzi opadowych – błyskawicznych, a w okresach suchych stanowią rezerwuuar wody dla celów nawadniania zieleni miejskiej.

Muldy chłonne:

Zastosowanie przegród w formie nasypów skalnych lub palisad nadaje swoistego charakteru tym niekwałym zagłębieniom, łączącym odprowadzanie wód opadowych z jednoczesnym oczyszczaniem i wsiąkaniem.

Place wodne:

Boisko sportowe i zbiornik przeciwpowodziowy w jednym? To właśnie jest możliwe w zintegrowanym planowaniu przestrzennym i zarządzaniu wodami opadowymi w mieście.

V ZABUDOWA ZWARTA

Powierzchnie przepuszczalne:

Odzyskanie utraconej retencji poprzez rozszczenie powierzchni w obrębie gęstych zabudowań ma duże znaczenie dla zrównoważonego funkcjonowania miasta i jego zwartej zabudowy.

Lokalne obniżenia z bioretencją:

Kształtowanie mocno zagospodarowanej strefy miejskiej w sposób oszczędzający wodę możliwe jest właśnie dzięki zdecentralizowanym rozwiązaniom na przykład elastycznym w zandaptowaniu, niewielkim polemkom bioretencyjnym.

Place wodne:

Co zrobić, gdy zabudowa w centrum miasta osiągnęła maksimum intensywności, a obszar narazony jest na uciążliwe podtopienia? Rozwiązaniem może być zbiornik otwarty w formie zagłębionego placu wodnego, dodatkowo zagospodarowanego jako obiekt sportowy – boisko, plac zabaw.

Korytka spływowe:

Spływająca nimi woda współgra z wiatrem i światłem, a wygląd koryt zmienia surowy, techniczny charakter miejskiego krajobrazu.

Zielone i niebieskie dachy:

Zmniejszają efekt miejskiej wyspy ciepła wśród gęstej zabudowy, poprawiają stan aerosanitarny i zatrzymują nawet 90% wody deszczowej w okresie letnim.

Fontanny z retencją:

Poprawiają wizualnie miejską przestrzeń, magazynują nadmiar opadu, a tryskająca woda w promieniach słotca przelamuje szarość i surowość zwartej zabudowy.

Deszczówka przy domu:

Aktywny udział społeczeństwa i wyposażenie budynków w ogólnodostępne rozwiązania do gromadzenia deszczu, może mieć sumaryczne duże znaczenie dla odciążenia kanalizacji deszczowej, usprawnienia jej pracy i minimalizacji ryzyka wystąpienia miejskich powodzi.

Skrzynki rozsączające:

Nowoczesna kombinacja dużej wydajności i pojemności magazynowania z rozsączaniem deszczówki. Ich odmiana mogą być proste w wykonaniu komory drenazowe.

Ogrody deszczowe:

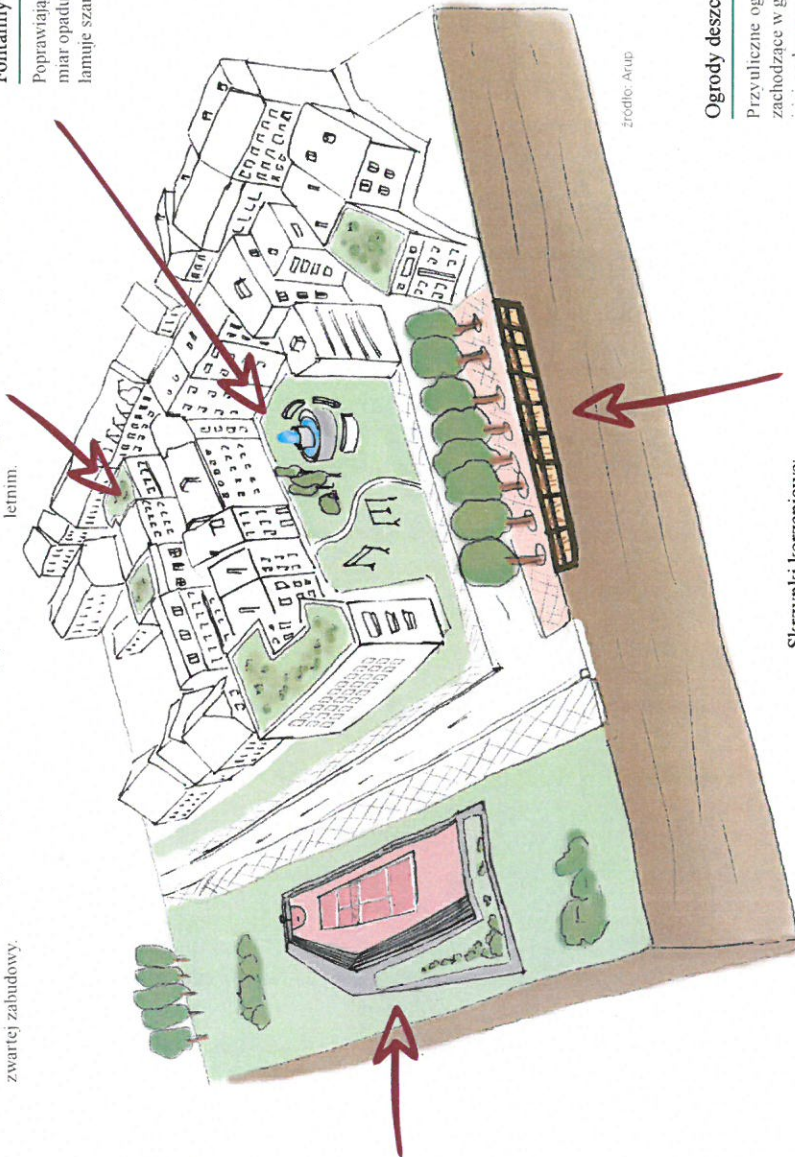
Przytulne ogrody, wykorzystujące naturalne procesy zachodzące w glebie i roślinach, gwarantują retencję wody i jej podczyszczenie, jednocześnie redukując przepływ wody często przekraczające przepustowość kanalizacji położonej w obrębie zwartej zabudowy.

Skrzynki korzeniowe:

Znane również pod pojęciem „zawieszane chłodniki”, łączą dążenie do tworzenia coraz to nowych ciągów komunikacyjnych z pozostawianiem wolnej przestrzeni dla rozwoju zdrowych drzew, kontrastujących z szarością gęstej zabudowy.

Podziemne zbiorniki szczelne:

Skuteczne zwłaszcza tam, gdzie występują tereny o niskim współczynniku filtracji lub na terenach o dużej powierzchni zamieszkiwanej, a ilość wód opadowych jest na tyle wysoka, że retencja przez tereny zielone jest niewystarczająca.



Źródło: Arup

VI PLACE I PARKINGI

Muldy chłonne:

Porosnięte otwarte kanały o wysokim potencjale przechwytywania i spowalniania odpływu wód deszczowych, które efektywnie rekompensują powierzchniową biologicznie czynną, utraconą na rzecz budowy placów i parkingów.

Fontanny z retencją:

W panoramie miasta tryskające wodą fontanny wzbogacają przestrzeń publiczną, oddziałują pozytywnie na samopoczucie mieszkańców, łagodzą skrajne temperatury i nawilżają suche powietrze.

Powierzchniowe zbiorniki infiltracyjno-retencyjne:

Zaburzenie charakteru krajobrazu przez inwestycje uszczelniające zlewnię może złagodzić obecność zbiornika z bogatą w roślinność strefą brzegową, przy jednoczesnym pełnieniu przez zbiornik funkcji retencyjnej, oczyszczającej oraz infiltracyjnej dla przepiętego spływu powierzchniowego.

Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne:

Obiekt odwadniający duże powierzchnie nieprzepuszczalne. Odpływ z tych zbiorników często jest dławiony, zapewniając stabilne i racjonalne odprowadzanie nagromadzonej wody do innego odbiornika.

Korytka spływowe:

Urozmaicają powierzchniowy kontrolowany spływ wody opadowej, wprowadzając ją do większych urządzeń retencyjnych.

Rowy chłonne:

Podłużne, wąskie i relatywnie płytkie wykopy z wypełnieniem zwrotnym są efektywnym rozwiązaniem kompensującym utratą w wyniku uszczelniania terenu infiltrację.

Powierzchnie przepuszczalne:

Najwięcej problemów z niekontrolowanym spływem powierzchniowym sprawiają rozległe, wybetonowane i pozbawione roślinności powierzchnie. Do ich konstrukcji można wykorzystać materiały, które umożliwiają infiltrację wody. Dotyczy to również parkingów o powierzchni nieprzekraczającej 0,1 ha.

Stawy hydrofitowe:

Rozwiązanie to koncentruje się na roślinach wodolubnych oczyszczających wodę, usuwających z niej metale i substancje biogenne. Zanieczyszczony spływ powierzchniowy z placów i parkingów może być skutecznie oczyszczony w stawach hydrofitowych.

Podziemne zbiorniki szczelne:

Niejednokrotnie na obszarach silnie zurbanizowanych najlepszym rozwiązaniem jest budowa zbiorników. Podziemne zbiorniki stanowią solidną ochronę na wypadek naprawdy ulewnych deszczy.

Niecki filtracyjne:

Te płytkie pokryte roślinnością zbiorniki stanowią pozadana alternatywę dla konwencjonalnych, betonowych osadników.

Lokalne obniżenia z bioretencją:

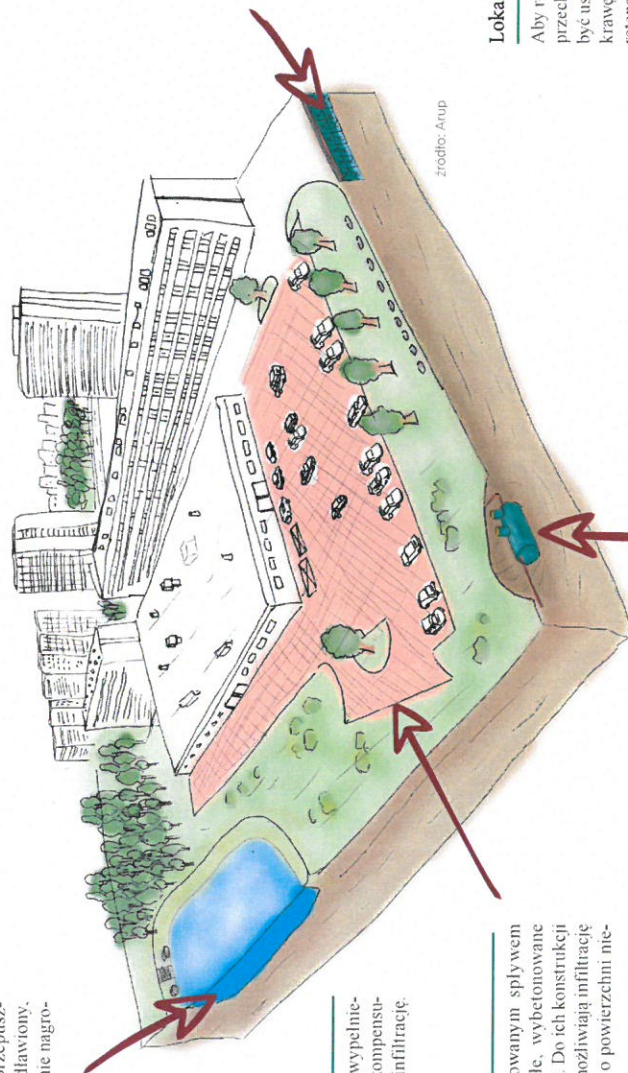
Aby rozwiązania zielono-niebieskiej infrastruktury mogły przechwytywać wodę opadową z ulic i chodników, muszą być usytuowane poniżej ciągów komunikacyjnych. Wysokie krawężniki ograniczające odpływ nie sprzyjają naturalnej retencji, chyba że kierują wodę do obniżenia z bioretencją.

Skrzynki korzeniowe:

Zbyt duża kompaktacja warstw gruntu utrudnia lub uniemożliwia prawidłowy wzrost drzew, bez których otoczenie byłoby jałowe i monotonna. Skrzynki korzeniowe są rozwiązaniem tego powszechnego miejskiego problemu.

Skrzynki rozsączające:

Po uprzednim podczyszczeniu w osadniku oraz separatorze substancji ropopochodnych, modularny system skrzynek jest podzielnym rezerwuarom zebranym na powierzchni placów czy parkingów wody opadowej, pozwalając na jej kontrolowane wsiąkanie. Podobnie działają proste w stosowaniu komory drenazowe.



Termin *nawierzchnie przepuszczalne* oznacza obszar, na grupę rozwiązań drenażu powierzchniowego, polegającego na zastosowaniu materiałów wodoprzepuszczalnych, nawierzchni mineralnych, czasem także łączonych żywicą, nawierzchni zwirowych lub z warstwy kamienia polnego. Drugą grupę stanowią kostki i płyty azurowe z „fugami”, wypełnionymi trawą, drobnym żwirtem czy grysem, aż do takich rozwiązań jak porowaty asfalt lub beton wylewany na przepuszczalnych podbudowach.

Zastosowanie

Wsiąkanie powierzchniowe wody opadowej przez warstwę kruszywa stanowiącą podbudowę nawierzchni przepuszczalnych, zapewnia retencję, nim nastąpi całkowite rozspiczenie do gruntu lub powolny odpływ do kanalizacji.

Utrzymanie

Bieżące:

- Regularne kontrole przez pierwsze pół roku, oceniające stan techniczny i potencjał infiltracyjny systemu. Później kontrola raz w roku lub po okresie deszczowym.
- Regularne koszenie trawy, standardowa pielęgnacja powierzchni trawiastych – dla kostki z fugami lub płyt azurowych z zasiewem mieszanki traw
- Czyszczenie powierzchni porowatych, aby utrzymać ich przepuszczalność (na obszarach o słabszym natężeniu ruchu i mniejszej podatności na osadzenie zanieczyszczeń, proces czyszczenia może przebiegać nawet raz na rok lub rzadziej)

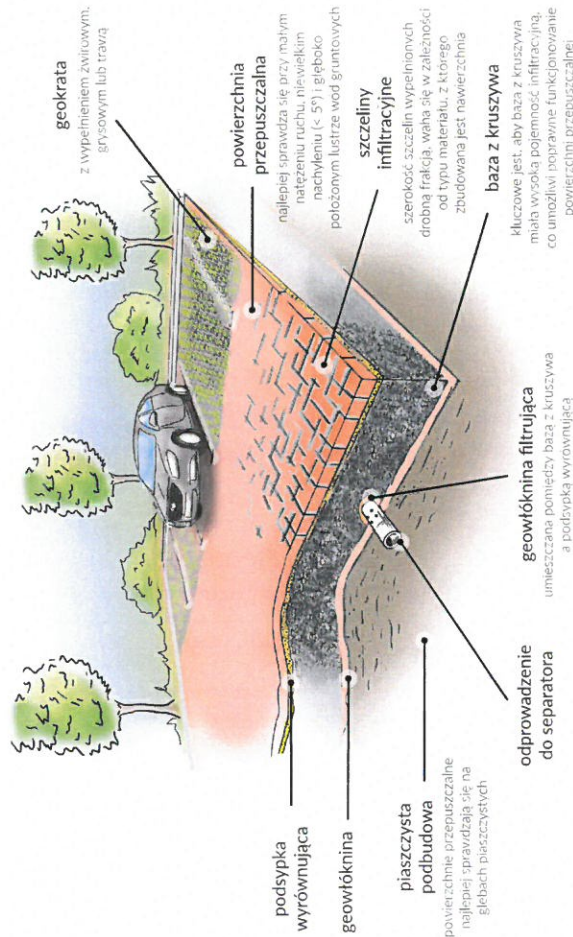
Opcjonalne:

- Uzupelnianie dyktów w fugach pomiędzy utwardzonymi elementami nawierzchni przepuszczalnej przy użyciu płukającego żwiru, grysu, kamieni.

Zwróć uwagę:

- Otwory powierzchni przepuszczalnych azurowych mają tendencję do samostanowienia się do głębokości 15-25 mm z powodu nanoszenia przez wodę cząstek organicznych, błota, piłu i ilu.
- W przypadku powierzchni przepuszczalnych porowatych czyszczenie ciśnieniowe skutkuje utrudnieniem nawet 80% porów w obrębie struktury porowatej systemu.
- Dopływ wody powinien być rozdzielony możliwie równomiernie na całej powierzchni

1. POWIERZCHNIE PRZEPUSZCZALNE UTWARDZONE



źródło: Arup

Warunki realizacji

Infiltracyjne: optymalne jest podłoże o dobrych warunkach infiltracji. W przypadku trudno przepuszczalnych gruntów należy rozważyć wymianę gruntu lub zaistalowanie wspomagającej rury drenażowej.

Topograficzne: maksymalny gradient powinien osiągać wartość do 5% (1:20). Jeśli teren jest bardzo stromy, wtedy należy pogłębić warstwę filtracyjną lub zastosować blocki oporowe z regulatorami przepływu, ewentualnie powierzchnie przepuszczalne wyposażać dodatkowo w skrzydki rozszczepiające w najniższym punkcie gromadzenia wody.

Konstrukcyjne: obrzeża nawierzchni przepuszczalnych powinny być odpowiednio zabezpieczone przed wypłukiwaniami w czasie deszczu cząstkami gruntu z pobliskich terenów zielonych grożących zatamowaniem fug chłonnych lub obniżeniem efektywności infiltracji.

Formalne: wody opadowe i roztopowe, które spływają z nawierzchni trwałej przez jej krawędzie, lub filtrują przez perforacje betonowych płyt azurowych lub inne

Czy wiesz, że ...

Zastosowanie tego typu nawierzchni zapewnia, że 7-14% wody opadowej jest dostępne dla roślin.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: Arup

O
bnizenia z bioretencją, najczęściej przy chodniku lub drodze, to niewielkie powierzchnie chłonne i retencyjne wykonane w formie obniżenia terenu z zastosowaniem drenazu podziemnego, porośnięte roślinnością.

Gromadzenie wody spływającej z dachów, pasów jezdni lub ciągów pieszych w obrębie terenowym obsadzonym różnymi rodzinnymi gatunkami roślin odpornych na okresowe zalewanie. Sprawdza się też jako integracja retencji i infiltracji podziemnej z wysoką zielenią przyuliczną. Po intensywnych opadach nadmiar wody odprowadzany jest do kanalizacji.

Bieżące:

- Regularne inspekcje polterka bioretencyjnego, by uchwycić oznaki erozji, zatamowań czy słabej kondycji pokrywę wegetacyjnej.
- Usuwanie chwastów oraz roślin inwazyjnych.
- Usuwanie śmieci blokujących kanały dopływowe lub rury drenarskie.
- Kontrola po okresie deszczowym w celu wykrycia problemu wody stagnującej dłużej niż 2 dni.
- Co 5 lat kontrola infiltracji.

Opcionalne:

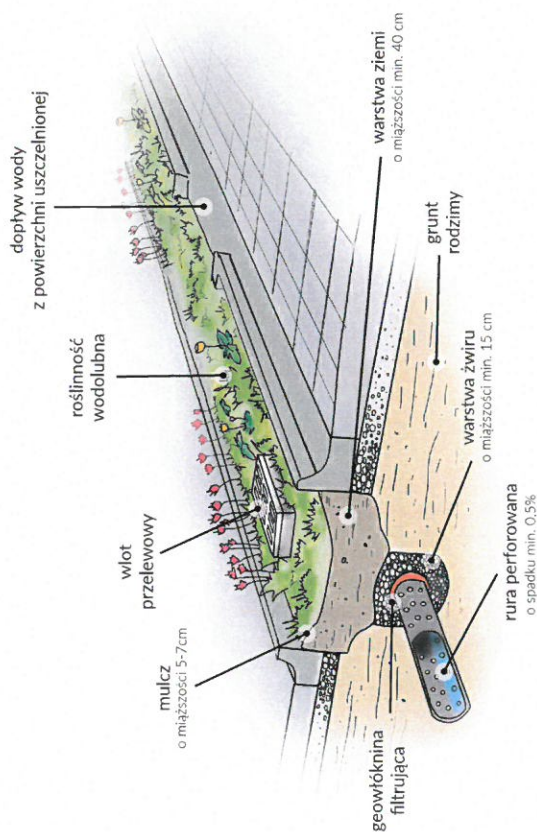
- Podlewać nowe nasadzenia w początkowej fazie wzrostu (24 miesiące) lub podczas okresów suchych. Uzupełniać humus, tak aby całkowita miąższość warstwy utrzymywała wartość 8 cm.
- Na jesień usuwać zalegające liście, mogące zablokować dopływ światła powierzchniowego.

Zwróć uwagę:

- Nie stosować nadmiernych ilości soli lub piasku wokół polańka w sezonie zimowym.
Nie składować śniegu oraz liści w obrębie bioreakcyjnym.
Nie stosować nawozów sztucznych oraz środków ochrony roślin

Infiltracyjne: woda musi wsiąkać wystarczająco szybko najlepiej nie dłużej niż 2 dni), aby nie doprowadzić do procesów gnilnych lub wylegu komarów.

Czy wiesz, że ...
Sadzawki deszczowe są często nazywane „ogrodami deszczowymi w domicy”.
Jednak różnice są wyraźne ze względu na ich zbudowanie i rolę perforującą oraz budowanie w pasie zieleni pomiędzy jezdnią a chodnikiem.



zdroj: Arup

Topograficzne: teren przylegający do zagłębienia biotereny powinien mieć spadek 2-5%. Mniejsze nachylenie może nie pozwolić na przechwytywanie spływu podczas silnych opadów, z kolei duże przyczyni się do nadmiernej erozji.

Konstrukcyjne: najczęściej odwadnianie powierzchni następuje poprzez obniżony fragment krawężnika. Sadtawki lokowane przy terenach piaszczystych mogą wymagać osadnika, aby nie doszło do ich szybkiego zamulenia.

Formalne: może wymagać pozwolen, szczególnie w przypadku koncentracji splywu powierzchniowego. Obniżenie krawężnika powinno być uwzględnione w projekcie drogi lub chodnika.

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology. BY CC 2.0

Liniowe obiekty przyjmujące formę otwartych korytek odprowadzających wodę. Cechuje je często zróżnicowana forma i zmiana struktury nawierzchni utwardzonych. Eksponują wodę deszczową w sposób zaplanowany na placach, ulicach czy w parkach.

Zastosowanie

Oprócz kształtowania krajobrazu integrującego wodę w przestrzeni miejskiej, pełnią funkcję drenazu kanalizacji transportującej wody deszczowe do większych obiektów retencyjnych. Dzięki korytkom spływ wóym ułożonym w poprzek drogi można uspokoić ruch uliczny. Warto o nich pomyśleć, gdy budowa kanalizacji jest zbyt kosztowna lub utrudniona.

Utrzymanie

Bieżące:

- Usunięcie śmieci mogących utworzyć zator podczas spływu wody deszczowej
- Kontrola po okresie deszczowym w celu usunięcia namieszonego materiału piaszczystego.

Opcjonalnie:

- Wymiana uszkodzonych lub zużytych elementów korytka.
- Uzupełnianie ubytków w warstwie otoczków, kamieni, okładziny, zależnie od budowy korytka.

Zwróć uwagę:

- Urozmaicone kształty i przekroje korytka spływowego mogą istotnie wpłynąć na warunki utrzymania, generując tym samym konieczność bardziej regularnych inspekcji.
- Wypielnienie korytka kamieniem ozdobnym podniesie estetykę i zredukuje prędkość przepływu, ale kosztem obniżonej pojemności oraz słabiej dostrzegalnego zamulania wolnych przestrzeni.

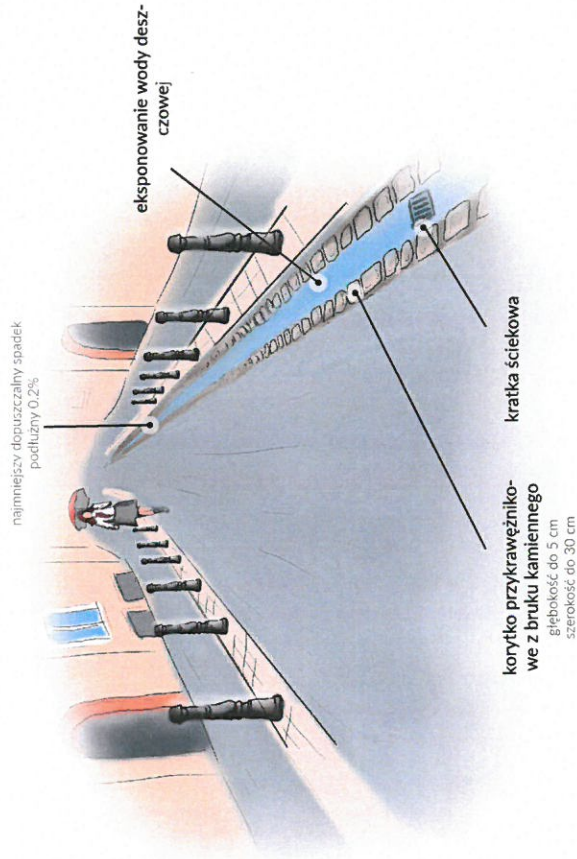
Warunki realizacji

Topograficzne: korytka wykonane w podłożu z gruntu rodzimego lub nasypowego, powinny być wyprofilowane zgodnie z projektowanymi spadkami podłużnymi i poprzecznymi, przy minimalnym nachyleniu niwelety 0,2%. Większe pojemności retencyjne, do których następuje wprowadzenie wody przez korytka, determinują przyjmowane spadki.

Konstrukcyjne: Korytka spływowe można budować

3. KORYTKA SPŁYWOWE

Czy wiesz, że ...
Otwarte korytka można budować z fundacją. Nie tylko zbierają wodę z umocnionych powierzchni, ale też mogą krzyżować się z jezdnią uspokajając ruch uliczny, a dla dzieci być zaproszeniem do zabawy na podwórku.



źródło: Arup

z gotowych elementów lub za pomocą bruku klinkierowego lub kamiennego, nadając im dowolne meandrujące kształty. Nieprzebiegłe płyty należy układać tak, aby ich górna krawędź znajdowała się poniżej krawędzi odwodniającej powierzchni. Szerokość spoin nie powinna przekraczać 10 mm, a po oczyszczeniu spoiny powinny być zamulone piaskiem lub wypełnione zaprawą cementowo-piaskową. Korytka należy wykonać na podbudowie zapewniającej trwałość w przypadku najazdu kołami.

Formalne: zależne od warunków całości rozwiązania.

Ogólne: warto zadbać o dobór korytek tak, aby promień ich zagłębienia nie był zbliżony do promienia kół samochodowych, co poprawi komfort przejazdu przez korytka. Rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.



źródło: Arup



źródło: Arup

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE

- ✓ drogi
- ✓ place parkingi
- ✓ parki
- ✓ osiedla
- ✓ zabudowa zwarta
- ✓ domy jednorodzinne

4. ROWY CHŁONNE

Odwodnienie wgłębne (filtracyjne) w postaci umieszczonej na dnie rowu perforowanej rury drenarskiej w otulinie żwirowej. Szczególną odmianą jest tzw. dren francuski czyli row wypełniony warstwą chłonną z kruszywa, oddzieloną od gruntu izolującą geowłókniną filtracyjną i przykryty warstwą przepuszczalnego gruntu.

Zastosowanie

Linowe przyjmowanie wód opadowych z powierzchni terenu do warstwy kruszywa grubego, zapewniającej pojemność retencyjną, opóźnienie odpływu oraz infiltrację w grunt.

Utrzymanie

Bieżące:

- Regularna kontrola stanu technicznego rowu chłonnego, zwłaszcza po intensywnych opadach.

Opcjonalne:

- Uzupełnianie ubytków w wypełnieniu rowu ze względu na wymywanie lub aktywność zwierząt.
- Stojąca woda może oznaczać konieczność wybrania nanieśionych osadów, odpadów lub usunięcia blokującej pokrywę roślinności, a w ostateczności wymianę warstwy filtrującej.
- Nadmierna erozja przyległych stoków może zostać ograniczona przez nadsypanie materiału skalnego, redukującego prędkość spływającej wody.

Zwróć uwagę:

- Należy unikać gromadzenia odpadów zielonych na powierzchni rowów chłonnnych
- Najczęściej dokumentowane problemy związane z utrzymaniem to redukcja wsłania przez uszczelniające drobne frakcje nanoszonych osadów oraz erozja przyległych terenów.

Warunki realizacji

Infiltracyjne: osiągnięcie wysokiej efektywności wymaga podłoża o wsłaniu przynajmniej 10 mm/h przy głębokim zaleganiu zwierciadła wód gruntowych oraz skały macierzystej. Uznaje się typowo, że proces rozszczepiania wód opadowych przez rowy chłonne nie powinien przekraczać 72 godzin.

Topograficzne: odwadniany teren powinien cechować się łagodnym nachyleniem i powierzchnią zabudowy nie przekraczającą 0,8 ha. Lokalizacja rowu powinna uwzględniać

Czy wiesz, że ...

Podziemne rowy chłonne drenżowo-kruszywowe określa się mianem „dreny francuskiej” (znane w Niemczech pod nazwą „rigole”), Prawdopodobnie nazwa pochodzi od nazwiska Henry Frencha, farmera i prawnika ze stanu Massachusetts, który w 1859 roku napisał książkę pt. Drenaż rolniczy (Farm Drainage).

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



Źródło: Arup



Źródło: Arup

odległość minimum 45 m od punktów poboru wody pitnej, aby zminimalizować ryzyko zanieczyszczenia wód. Standardowa bezpieczna odległość od zabudowy wynosi nie mniej niż 8,0 m.

Konstrukcyjne: rzędna dna rowu powinna być zaprojektowana poniżej strefy przemrażania gruntu, tak aby umożliwić rozszczepianie wody nawet w okresie zimowym. Rowy chłonne mogą wymagać wstępnego podczyszczania wody z zawiesziny ciał stałych, aby przeciwdziałać zamułnieniu.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleń wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska.

Ogólne: rozwiązywanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.

Muldy chłonne to porośnięte niską roślinnością liniowe, szerokie i płytkie kanały otwarte o przekroju poprzecznym w kształcie rozległego półkola.

Zastosowanie

Pełnią funkcję przejmowania i transportowania wód deszczowych przy ciągłej filtracji przez system korzeniowy. Szata roślinna zwiększa szorstkość podłoża, co bezpośrednio przeskłada się na redukcję prędkości spływu powierzchniowego. Muldy są często podzielone przegrodami na odcinki, dzięki czemu uzyskuje się ograniczenie przepływu wody i jej zatrzymanie na miejscu w celu wsiąkania lub odparowania.

Utrzymanie

- Biżące:**
- Kontrolę drożności i oznak erozji, a po okresie ewaluacyjnych opadów konieczna ocena zamulenia, stanu technicznego muldy i ewentualne przywrócenie pierwotnego kształtu przekroju poprzecznego – w celu zapewnienia zaprojektowanej pojemności retencyjnej.
 - Regularne koszenie / przycinanie roślinności porastającej stoki i muldy chłonnej.
- Opcjonalnie:**
- Podlewanie nowe nasadzenia w początkowej fazie wzrostu (3 miesiące) lub podczas suszy.
 - Okresowo sprawdzać kondycję przegrod (jeśli mulda została w nie wyposażona).
 - Raz w roku sprawdzać zdolność infiltracji podłoża gruntowego.

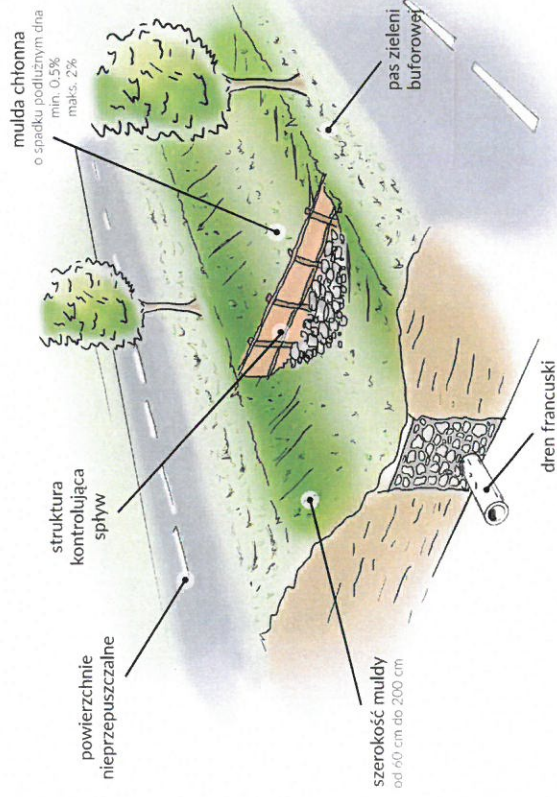
Źródło: Arup

5% i tam, gdzie panuje wysoki poziom zwierciadła wód gruntowych. Zasadniczo powinny służyć do odwadniania obszarów o powierzchni zabudowy do 4 hektarów. Typowa bezpieczna odległość od zabudowy wynosi nie mniej niż 8,0 m.

Konstrukcyjne: na terenach o spadkach większych niż 5% zaleca się kaskadowy układ muld, a w przypadku obszarów generujących znaczne spływy powierzchniowe, może być konieczne zainstalowanie obejścia o wysokiej przepustowości i zdolności szybkiego odprowadzenia wód. Aby zwiększyć estetykę muld przy jednoczesnym spowolnieniu przepływu i wydłużonej retencji, stosuje się przegrody w formie plotków lub nasypów skalnych. W zależności od spadków podłużnych, muldy umacnia się za pomocą darniny, bruku z kamienia naturalnego lub geomatami.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleni wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska. Przy zastosowaniu przy drogach kluczowy jest również „Dział IV Wyposazenie techniczne dróg” z Rozporządzenia Ministra

5. MULDY CHŁONNE



Czy wiesz, że ...

Porośnięte muldy poprawiają jakość spływającej wody poprzez dwa mechanizmy: osadzania większych cząstek zawieszonych oraz oczyszczania przez system korzeniowy. Efekty jakie można osiągnąć to usunięcie związków metali na poziomie 40%, związków biogenych na poziomie 50%, a dla zawiesiny ogólnej nawet do 80%.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



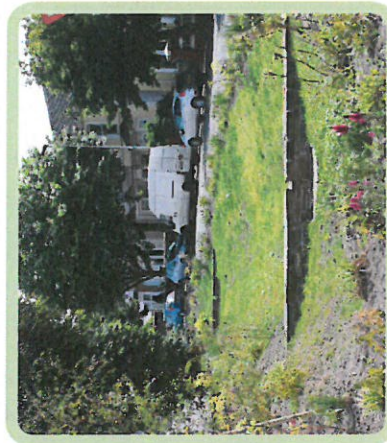
KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



Źródło: Arup



Źródło: Arup

Renaturyzacja lub rewitalizacja cieków miejskich polega na zabiegach technicznych, których celem jest nadanie rzekom uregulowanym cech swoistych dla rzek naturalnych lub dążenie do odtworzenia dawnego stanu rzeki.

Zastosowanie

Działania na rzecz rewitalizacji cieków miejskich sprzyjają poprawie stanu bądź potencjału ekologicznego wód opisywanych w Ramowej Dyrektywie Wodnej. Oprócz ochrony i kreowania zasobów przyrody i wysokiej jakości przestrzeni miejskiej, projekty rewitalizacyjne służą ochronie przeciwpowodziowej poprzez zwiększenie możliwości retencyjnych i spowolnienie odpływu.

Utrzymanie

Bieżące:

- Zależnie od skali projektu. Przeważnie po okresie pielęgnacji inicjujących nasadzeń zmierzają się do powstania naturalnych biocenoz na drodze naturalnej sukcesji; najczęściej wymagana jest regularna kontrola postępów procesu, ewentualnie usuwanie gatunków obcych.

Zwróć uwagę:

- Dla utrzymania i poprawy stanu ekologicznego rzek (w tym zdolności retencyjnych), niezależnie od działań z zakresu rewitalizacji, może okazać się konieczne prowadzenie ograniczonych prac utrzymaniowych. Należy zwrócić uwagę aby stosowane były zasady geomorfologii rzecznej i na przykład nie dochodziło do nadmiernego umocnienia brzegów, budowy dodatkowych progów itp. O ile tylko to możliwe nie dopuszczać do likwidowania struktur korytowych (wysp, odsypów, namuleni i innych zróżnicowań koryta), zapewnianych także krążenie wody w gruncie i jej chłodzenia. Płytką nagrzana woda nie służy rewitalizacji. Zwróć uwagę na możliwość jej zaciemnienia i tworzenie różnorodnego siedliska, także podczas utrzymania.

Warunki realizacji

Techniczne: podstawowym warunkiem rozpoczęcia procesu rewitalizacji (renaturyzacji) koryta rzecznej jest zaprzestanie wszelkich działań regulacyjnych. Rewitalizacja najczęściej wiąże się z przywróceniem naturalnej okrywy roślinnej i usunięciem roślin inwazyjnych. Sama modyfikacja koryta rzecznej ma na celu częściowe odzyskanie

6. REWITALIZACJA CIEKÓW MIEJSKICH

bi bioróżnorodność
naturalne formy korytowe są żerowiskiem wielu cennych przyrodniczo gatunków

obfite nasadzenia różnorodnej roślinności
obszar dodatkowej pojemności retencyjnej

nowoczesna przepuszczalna trakt spacerowego
obniżona w stosunku do terenu ścieżka umożliwia przeprowadzenie wód powodziowych przy niskiej energii przepływu

meandrujące koryto niskiej wody

zblizone do naturalnego koryto
zmodyfikowane, zbliżone do naturalnego koryto rzeczne, wpływające na zróżnicowanie siedliskowe i zwiększenie pojemności retencyjnej

platforma umożliwiająca dostęp do wody
dzięki niej inne miejsca mogą pozostać bardziej "dzikie", pełni funkcję lokalnego umocnienia

Czy wiesz, że ...

Symbolem sukcesu w rewitalizacji miast jest strumień Cheonggyecheon w Korei Południowej. Przykryty szeroką na 16 m i długą na 6 km autostradą, został z powrotem odkryty nakładem 280 milionów dolarów, redefiniując zrównowagę rozwoju 10-milionowej metropolii. Przedsiewzięcie wielokrotnie zwiększyło bioróżnorodność terenu miejskiego i znacząco wpłynęło na rozwój turystyki oraz poprawę stanu aerosanitarnego. Pomysł jest dziś kopiowany przez władzy miejskich na całym świecie.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



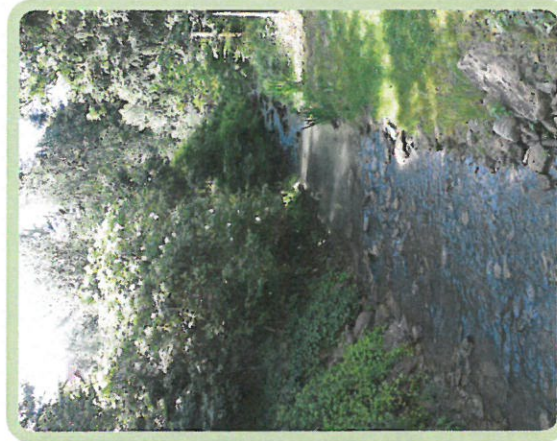
KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: Arup



źródło: Jocelyn Kringhorn, CC BY 2.0

Zbieranie wody deszczowej przy domu polega na jej przechwyceniu, przekierowaniu i magazynowaniu w celu późniejszego wykorzystania. racjonowania odpływu lub odprowadzenia poprzez infiltrację do gruntu. Deszczówka spadająca na powierzchnię zbiornika, na przykład dach, jest kierowana do zbiornika, beczki, cysterny lub wprost studni z dnem przepuszczalnym.

Zebrała woda może być zagospodarowana zarówno na zewnątrz, jak i w środku budynku. Na zewnątrz można prowadzić ogród podczas okresów bezdeszczowych lub używać wody do mycia powierzchni. Wewnątrz budynku taka woda może być użytkowana jako zasób przede wszystkim do splukiwania toalet lub mycia podłóg. Zbieranie deszczówki może znacząco zredukować spływ powierzchniowy wody deszczowej.

Bieżące:

- Systemy zbierania deszczówki powinny przebiegać regularnie sprawdzanie co 6 miesięcy w celu ochrony przed zatkaniami liśćmi, patykami itp. Taka kontrola powinna się odbyć na wiosnę i na jesieni. Rynny i rury powinny być sprawdzane pod kątem dziur lub szczelin. Filtry i osadniki powinny być regularnie czyszczone. Pokrywa zbiornika powinna być czyszczona i sprawdzana, aby wykryć ewentualne uszkodzenia.

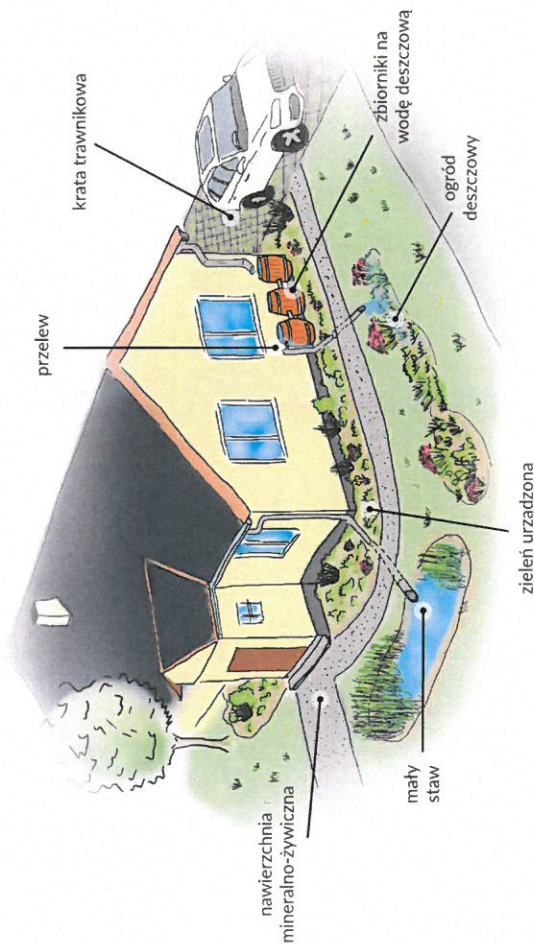
Zwróć uwagę:

- W zakopanych zbiornikach powinien znajdować się standardowy otwór wlotowy umożliwiający utrzymanie. Otwór powinien być zabezpieczony zamkiem przed niepożądanym dostępem.

Infiltracyjne: dno urządzenia rozszczepiającego powinno być wprowadzone w dobrze chłonny grunt (piasek, żwir, itp.). Czasami zachodzi konieczność przebitcia się przez grunty nieprzepuszczalne.

- Konstrukcyjne:** ryny i rury powinny być zaprojektowane wraz filtrami wychwytpującymi duże elementy jak kamry i czyłście. Rury prowadzące wodę do zbiornika powinny być zakopane poniżej lokalnej granicy zamarzania i mieć spadek dostosowany do średnicy (przeważnie co najmniej 1%). Jeśli zakopanie poniżej granicy zamarzania nie jest

Szacunki wskazują, że wykorzystanie wody deszczowej może zmniejszyć zużycie wody w gospodarstwie domowym nawet o 35%, znacznie redukując przytłaczający średni poziom 150 litrów zapotrzebowania na wodę na osobę dziennie.

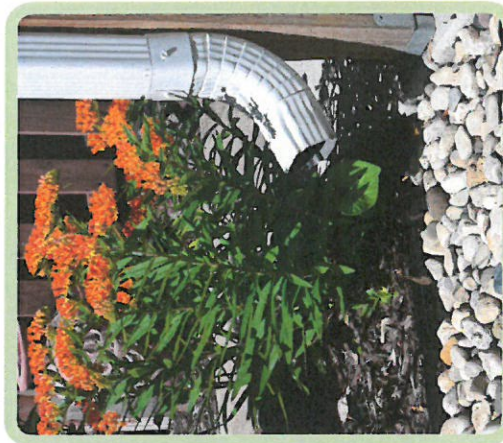


zdrojto: Arup

możliwe, rury powinny być umieszczone wewnątrz budynku (garaż, piwnica) lub wyposażone w przewód grzewczy chroniący przed zamrażaniem. Wszystkie połączenia rury między rurami przewodzącymi powinny być zabezpieczone przed dostawaniem się małych zwierząt i owadów do zbiornika. System musi być wyposażony w przezele awaryjny, w którym przepływ musi być większy lub równy przepływowi w rurach wtórowych.

Formalne: w przypadku bardziej skomplikowanych instalacji, zawierających zbiornik lub elementy infiltrujące, zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej z rozpoznanem warunków gruntowych i spodziewanego odpływu wód deszczowych ze zlewni, oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleni wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska.

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.



Source: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



zdrojto: Arup

Przyjmujące różne kształty oazy roślinności nasadzone w niewielkim zagłębieniu nazywane są ogrodami deszczowymi. Różnorodność kompozycji, wysoka estetyka i wszechstronne zastosowanie nadają ogrodom unikalny charakter.

Oprócz spowolnienia przepływu i retencji, systemy korzeniowe roślin zapewniają biologiczne oczyszczanie deszczówki wraz z jej stopniową infiltracją w głąb odpowiednio dobranych warstw humusu, piasku i żwiru. Cechują je wysokie walory estetyczne.

- Regularne inspekcje ogrodu w celu kontroli oznak erozji, nagromadzenia zanieczyszczeń czy słabej kondycji warstwy roślinnej
- Regularne pielnie i usuwanie chwastów
- Eventualne wymiana 5-7 cm warstwy wierzchniej tzw. mulczy

- Podlewać nowe nasadzenia rodzimych gatunków roślin w początkowej fazie wzrostu (3 tygodnie) lub podczas okresów suchych.

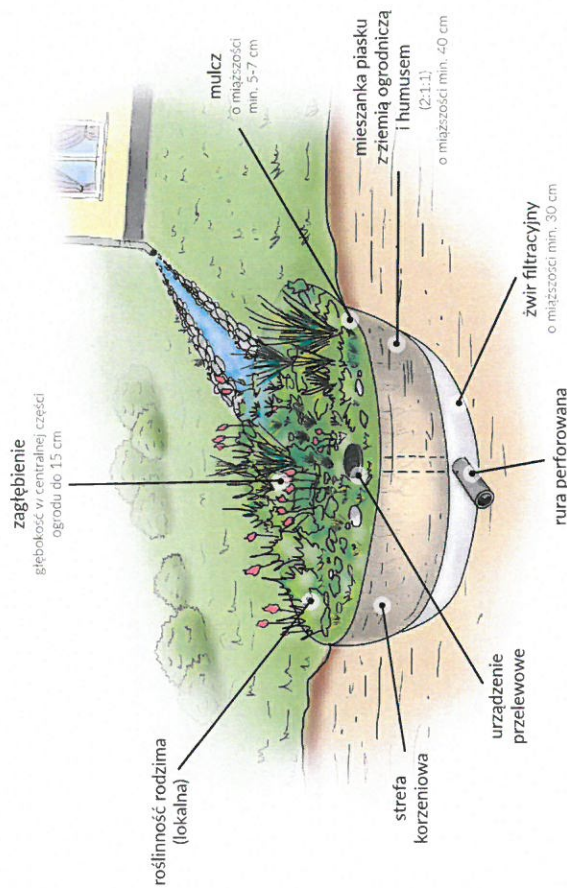
- Przycinanie roślin ze względów estetycznych.
- W przypadku nadmiernej eroji na obrzeżach ogrodu sugeruje się dodanie kamieni, tłumiących zbyt dużą energię kinetyczną wody.
- **Zwróć uwagę:**
- Jeśli podczas opadów ziemia przemieszcza się poza ogród, może to być oznaka zbyt wolnej infiltracji w stosunku do ilości napływającej wody. Rozważyć należy powiększenie ogrodu.
- Nie stosować nawozów sztucznych oraz środków ochrony roślin – zadaniem ogrodu deszczowego jest oczyszczenie deszczówki przed wsiąkaniem

Infiltracyjne: ze względu na częstą konieczność przygotowania podłoża, a nawet jego wymiany, ogrody deszczowe mogą być zakładane niemal w każdych warunkach. Istotne jest, aby zwierciadło wód gruntowych znajdowało się przynajmniej 60 cm poniżej poziomu terenu.

Topograficzne: teren okalający ogród deszczowy powinien

Czy wiesz, że ...

W porównaniu do tradycyjnych trawników, ogrody deszczowe wsiąkają wody w grunt. Cechują się zdolnością do oczyszczania nawet 90% zanieczyszczonych zewnątrz w wodzie opadowej spływającej z dachów, podjazdów i innych nawierzchni utwardzonych.



mieć łagodne spadki, a przekroczenie nachylenia 12% może wymagać konstrukcji oporowych.

Konstrukcyjne: typowy ogród wymaga zagłębienia od 20 do 40 cm, a jego wielkość wyznaczana jest jako 7-20% powierzchni odwadnianego obszaru. Poletko ogrodu deszczowego musi być płaskie i wyrównane, aby dochodziło do równomiernego rozprządzenia wody deszczowej.

Należy przewidzieć system odprowadzenia nadmiaru wód.

Formalne: ogród deszczowy przypomina klasyczną rabatkę kwiatową i najczęściej stosowany jest na działkach prywatnych właścicieli w ramach zagospodarowania wód deszczowych z posesji. Typowa konstrukcja nie jest obarczona ograniczeniami prawnymi.

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.



tróðflo: Jason Johnson. CC BY 2.0



tróðir: slíðræin

<input type="checkbox"/>	place parkingi	<input type="checkbox"/>	drogi	<input checked="" type="checkbox"/>	parki	<input checked="" type="checkbox"/>	osiedla	<input checked="" type="checkbox"/>	zabudowa zwarta	<input checked="" type="checkbox"/>	domy jednorodzinne
--------------------------	----------------	--------------------------	-------	-------------------------------------	-------	-------------------------------------	---------	-------------------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------

9. PASAŻE ROŚLINNE

Pasaże roślinne to podłużne donice lub tereny z ukształtowanym dnem, wypełnione masą ziemi urodzajnej uszczelnionej względem podłoża i gęsto obsadzone roślinnością wodolubną.

Zastosowanie

Woda deszczowa przepływa w pasażach w kierunku poziomym przez podłoże piaszczysto-gliniaste i dzięki roślinności hydrofilnej następuje oczyszczanie biologiczne i fizyczne. Równolegle następuje mechaniczne odfiltrowanie szkodliwych substancji w gruncie oraz oczyszczenie chemiczne i fizyczne dzięki wiązaniu zanieczyszczeń na cząstkach gruntu. Pasaże opóźniają spływ wód deszczowych.

Utrzymanie

Bieżące:

- Pielęgnacja ogrodnicza całego układu, wymiana obumarłej roślinności.
- Coroczne przycinanie roślin (aby wysokość sięgała powyżej 30 - 50 cm powyżej powierzchni gruntu).
- Regularna kontrola stanu technicznego na dopływie i odpływie, zwłaszcza po intensywnych opadach.

Opcjonalne:

- Uzupełnianie narztu zwirowego o frakcji od 8 do 32 mm przy dopływie, który pełni funkcję wytlumienia energii wody podczas deszczów nawalnych.

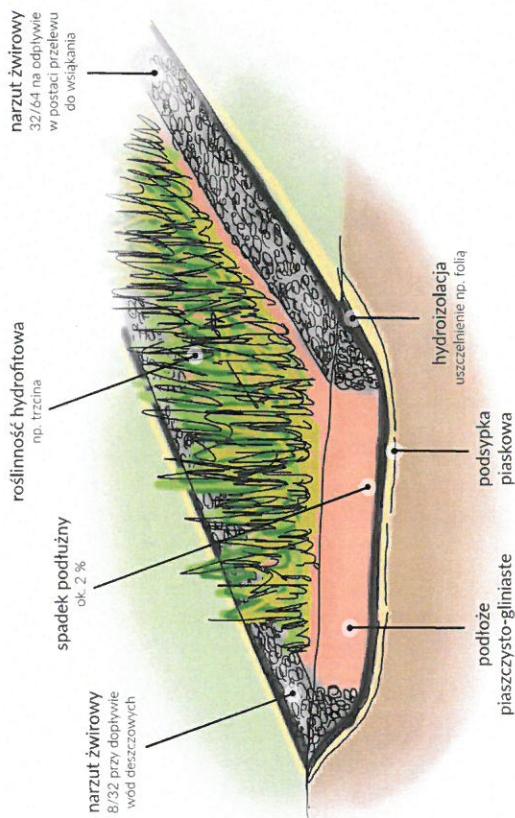
Zwróć uwagę:

- W pasażach roślinnych osiągalny przepływ jest stosunkowo niewielki, dlatego często pojawia się konieczność poprzeczenia układu pojemnością retencyjną ze zdanym odpływem, co powiększa zakres cyklicznej kontroli całego systemu.
- Należy zapobiegać zagęszczeniu gruntu (np. podczas zabiegów pielęgnacyjnych roślin).

Warunki realizacji

Topograficzne: pasaż roślinny stosowany jest do oczyszczania wód deszczowych z niewielkich odwadnianych powierzchni, zanieczyszczonych głównie substancjami biodegradowalnymi, rozpuszczonymi. Preferowany spadek podłużny dna w kierunku przelewu do wsiąkania wynosi 2%.

Konstrukcyjne: na dnie wykonanego zagłębienia umieszcza się warstwę piasku i całość uszczelnia folią.



Źródło: Arup

Przy dopływie stosuje się narzut zwirowy o uziarnieniu 8–32 mm, dla wytlumienia uderzeń hydraulicznych. Najczęściej filtr roślinny zasiedla się trzcina pospolita na podłożu piaszczysto-gliniastym, z uwagi na rozbudowany system korzeni oraz dużą odporność tych roślin na skrajne temperatury. Ponieważ najwyższa sprawność oczyszczania zapewniona jest przy stałym dopływie, zalecane jest połączenie poprzedzających obiektów retencyjnych i oczyszczania mechanicznego. System powinien być dopełniony urządzeniem do wsiąkania.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleń wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska. Przykładowo według ty powych standardów wody wypływające z systemu nie mogą zawierać zawieszin ogólnych w ilościach większych niż 100 mg/l i węglowodorów ropopochodnych w ilościach większych niż 15 mg/l, a wprowadzanie wody oczyszczonej do gruntu, w ilości nie przekraczającej 5 m³/dobę, nie wymaga osobnych pozwoleń.

Ogólne: pasaze roślinne stanowią rozwiązanie zbliżone



Źródło: Wiki commons

Czy wiesz, że...

Stężenie zanieczyszczeń w ściekach opadowych ulega istotnym wahaniom w czasie trwania odpływu, zależnie od natężenia deszczu, wielkości czy sposobu zagospodarowania zlewni. Większość przypadków udowadnia, że najbardziej zanieczyszczona bywa „pierwsza fala spływu”, a stężenie zanieczyszczeń osiąga skrajne wartości podczas początkowych 15–60 minut trwania odpływu.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: SUSDRAIN

Oczyszczalnie hydrofitowe symulują naturalnie pod-
mokie warunki hydrauliczne i siedliskowe ekosys-
temów bagiennych. W porównaniu do paszy roślinnych
są zdolne do obsłużenia znacznie większych powierzchni
odwadnianych. Rozróżnia się stawy przepływowe o swo-
bodnej powierzchni, pokryte roślinnością pływającą, lub
złoża z przepływem podpowierzchniowym, porośnięte
zakorzenioną roślinnością wodną lub bagienną.

Zastosowanie

Obok retencji wody nadzrędną rolę rozwiązania jest oczysz-
czanie ścieków w wyniku procesu biologicznego zachodzą-
cego przy współudziale mikroorganizmów funkcjonujących
w specjalnie zaprojektowanych złożach - filtrach roślinnych
- złożonych na przykład z trzciny pospolitej.

Utrzymanie

Bieżące:

- Systematyczne wybiatanie osadu zgromadzonego na
dnie dołu gnilnego (bagrowanie) oraz zbieranie kożu-
cha z taffli ścieków, utworzonego z nagromadzonych
tłuszczu i olejów.
- Podlewanie nowych nasadzeń w początkowej fazie
wzrostu (co 2 tygodnie przez pierwszy sezon wege-
tacyjny), a następnie kontrola co kwartał w okresie 24
miesięcy.
- Regularne kontrole, zwłaszcza po deszczach nawal-
nych, mające na celu sprawdzenie: złoża roślinnego,
oznak erozji, właściwego ukięrkowania przepływu,
stabilności złoża, drożności dopływu i odpływu oraz
stopnia zaawansowania procesu sedymentacji.

Opcjonalne:

- Pielegnacja roślin zasadzonych w obrębie złoża filtra-
cyjnego - wedle potrzeby podlewanie, plewienie, mul-
czowanie, wymiana obumarłych nasadzeń w ciągu 3
pierwszych lat.

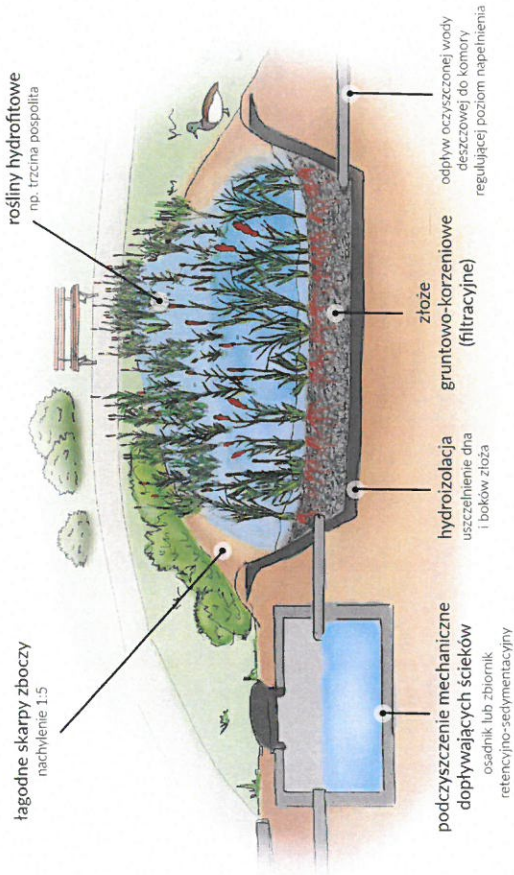
Zwróć uwagę:

- Nagła odwilż lub intensywne opady mogą prowadzić
do całkowitego nadpiętrzenia, stwarzając ryzyko prze-
pływu omijającego na powierzchni.

Warunki realizacji

Topograficzne: przyjmuje się stałą uśrednioną wartość
powierzchni złoża hydrofitowego na każdego mieszkańca,
wynoszącą 10 m². Oczyszczalnie roślinne pracują w zimie

10. STAWY HYDROFITOWE



źródło: Arup

ze skutecznością 50 - 80%, skuteczności letniej, dlatego
projekt powinien zakładać nieco większą powierzchnię
dla zapewnienia całorocznej eksploatacji. Spadek podłużny
powierzchni poletka przeznaczonego na staw nie powinien
być mniejszy niż 1‰. Korzystne jest takie wkomponowanie
stawu hydrofitowego w otaczający teren, aby wyeliminowa-
wać konieczność budowy przepompowni i uniknąć towa-
rzących jej kosztów eksploatacji.

Konstrukcyjne: aby praca złoża hydrofitowego poprawi-
nie symulowała warunki hydrauliczne oraz siedliskowe
naturalnych ekosystemów bagiennych, prędkość na dopły-
wie nie powinna przekraczać 0,5 m/s. Większa energia
przepływu na wejściu mogłaby powodować mechaniczne
uszkodzenia roślin i obniżenie efektywności oczyszczania.
Rozprowadzenie strumienia ładunku musi odbywać się
równomiernie na całej szerokości stawu, co może zostać
osiągnięte dzięki perforowanej rurze wlotowej. Najczęściej
obszar nasadzeń – tak zwany filtr roślinny zasiedla się
trzcina pospolita, z uwagi na rozbudowany system korzeni
oraz dużą odporność tych roślin na skrajne temperatury.
Należy zwracać szczególną uwagę na kwestię uszczelnienia

Czy wiesz, że ...
Skuteczność oczyszczania wód deszczowych
przez stawy hydrofitowe wynosi średnio
80-90% z zawiesin i zanieczyszczeń
organicznych, a sprawność niszczenia
bakterii sięga 50-70%.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: Arup

Wszelkie powierzchniowe urządzenia w formie ukształtowanych otwartych zbiorników ziemnych o dnie zapewniającym filtrację wody do gruntu.

Zastosowanie

Głównym zadaniem zbiorników jest wyrównywanie i redukcja natężenia odpływu wód opadowych. Wody opadowe są gromadzone w zbiorniku, rozszczeżane do gruntu oraz odprowadzane w ograniczonej ilości do odbiornika poprzez warstwę filtracyjną. Obsadzenie roślinnością sprzyja oczyszczaniu wody.

Utrzymanie

Bieżące:

- Okresowe czyszczenie, a w przypadku wyraźnego zaburzonego wsiąkania należy zebrać i usunąć uszczelniające powłoki osadów dennych.
- Standardowe zabiegi pielęgnacyjne zieleni.
- Regularna kontrola funkcjonowania zbiornika, stan techniczny skarpu, ogólnego stanu technicznego (zawsze jesienią po opadnięciu liściu oraz po intensywnych opadach).

Opcjonalne:

- Kontrola i serwisowanie poprzedzających urządzeń do oczyszczania lub wydzielonej strefy osadzania, jeśli zbiornik został wybudowany w konfiguracji bardziej złożonej, wieloelementowej.

Zwróć uwagę:

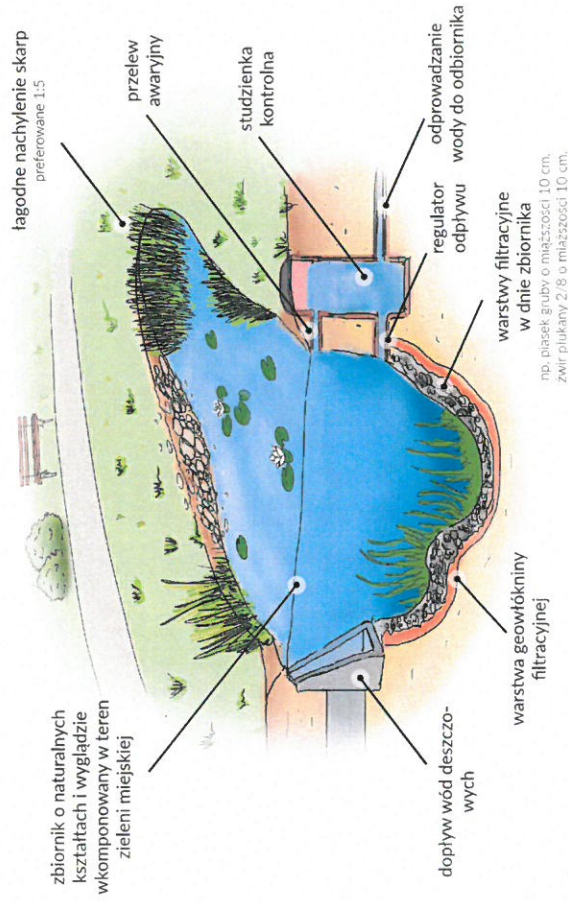
- Obsadzenie dna i skarpu zbiornika roślinnością zwiększa prędkość filtracji.
- Należy unikać uszczelnienia gruntu w czasie konserwacji, na przykład przez pojazdy budowlane.

Warunki realizacji

Infiltracyjne: gruntu do głębokości 1,5 m poniżej dna zbiornika winien zapewnić szybkość wsiąkania co najmniej 12,5 mm/h i znajdować się powyżej poziomu zwierciadła wody gruntowej.

Topograficzne: należy zbadać warunki gruntowo-wodne i w razie potrzeby konieczne jest obniżenie zwierciadła wody na czas wykonywania wykopu pod zbiornik. Geometria zbiornika powinna naśladować naturalne ukształtowanie terenu wokół projektowanego zbiornika. Nachylenie skarpu powinno być zróżnicowane, a obiekt płynnie wkomponowany w otoczenie. Skarpy zaleca się

11. POWIERZCHNIOWE ZBIORNIKI INFILTRACYJNO-RETENCYJNE



Źródło: Arup

wykonane w stosunku minimum 1:5 co umożliwi łatwy dostęp do zbiornika.

Konstrukcyjne: jeśli skarpy są zbyt strome, mogą wymagać umocnienia przed niekorzystnymi wahaniami lustra wody (np. geomembraną z matą drenazową lub ostatecznie elementami prefabrykowanymi, ażurowymi). Przy niewielkich natężeniach przepływu wody, jako umocnienie przed rozmyciem w miejscu zrzutu wody nadaje się na przykład warstwa tłuczni kamiennego ułożona na geowłókninie filtracyjnej. Zbiornik należy wyposażać w przelew awaryjny o zdolności przepustowości większej od dopływu do zbiornika, aby nie dopuścić do niekontrolowanego wylania wody. W niektórych przypadkach, dla większych zbiorników warto pomyśleć o utwardzonej drodze dojazdowej do zbiornika umożliwiającej okresowe czyszczenie jego dna.

Formalne: przeważnie na lokalizację takich zbiorników wymagana jest dokumentacja projektowa oraz pozwolenia, przy obecnie dopuszczalnych wielkościach zanieczyszczeń 100 mg/l dla zawiesiny ogólnej oraz 15 mg/l dla węglowodorów ropopochodnych. Jest to szczególnie ważne, gdy obiekt ten jest elementem odwodnienia dróg. Warunki

formalne muszą być każdorazowo sprawdzone pod kątem aktualnych przepisów.

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfiki inwestycji.



Źródło: Arup

Czy wiesz, że ...

Istnieje również wariant podziemny zbiorników retencyjno-rozszczepiających, określany jako komory drenazowe, w którym infiltracja następuje wyłącznie przez dno. Natomiast odniednia komior z wypływem przez dno i ściany boczne dostępna jest na rynku pod nazwą tunel infiltracyjny. Jeden taki model zastępuje około 800 kg żwiru.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



Źródło: A. Peach, CC BY 2.0

Zdrenowane zagłębienie w kształcie niecki, z retencją w warstwie żwiru filtracyjnego.

Zastosowanie

Podstawowy cel to retencja i infiltracja wód deszczowych. Bardzo dobre oczyszczanie biologiczne w ożywionej warstwie gruntu i zatrzymywanie substancji rozpuszczonych sprawia, że niecki filtracyjne nadają się do retencji i wstępnego oczyszczania wód bardziej obciążonych. Niewielkie zagłębienie niecki wpływa na łatwość wkomponowania w tereny zielone.

Utrzymanie

Bieżące:

- Pielęgnacja zieleni w niecce, koszenie trawy, czyszczenie studzienek do których wprowadzana jest odpływająca woda, usuwanie liści, śmieci i innych zanieczyszczeń w niecce.

Opcjonalne:

- Sprawdzenie stanu dna niecki (czy dno nie jest erodowane), zastąpienie starego trawnika i wierzchniej warstwy gleby nową. Ważna, choć utrudniona, jest kontrola oznak nieciągłości folii uszczelniającej poniżej warstwy filtracyjnej.

Zwróć uwagę:

- Zwróć uwagę na drożność rury drenarskiej, osadzający się osad blisko wylotu. Zbyt mocno porośnięty obszar niecki.

Warunki realizacji

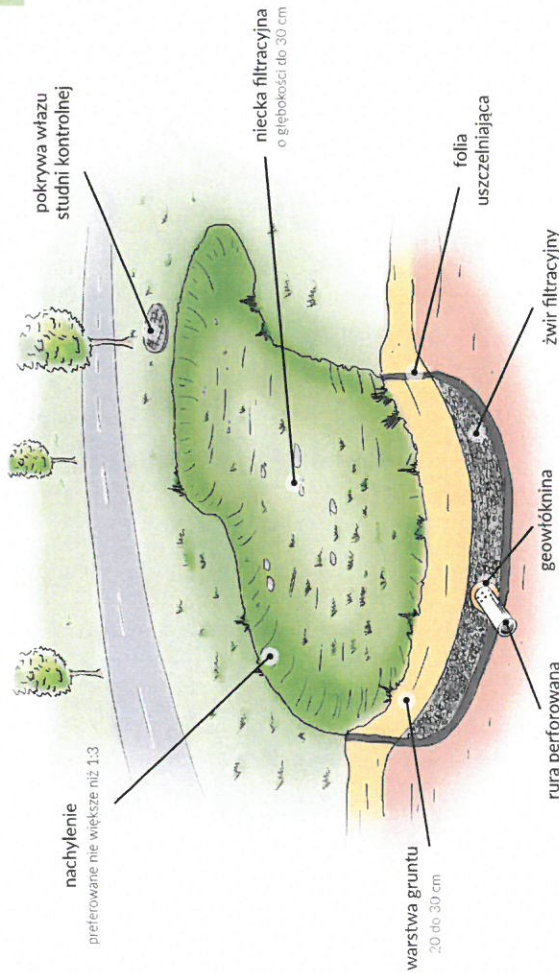
Infiltracyjne: niecka sucha powinna być całkowicie odwodniona w ciągu 48 godzin licząc od końca trwania opadu. Minimalna predkość filtracji wynosi typowo 64 mm/h. W przypadku niecki mokrej zalecane są grunty o mniejszej przepuszczalności.

Topograficzne: optymalny spadek dna niecki się w przedziale 0,4-1%.

Konstrukcyjne: niecki zalecane są do przejmowania odpływu ze zlewni o powierzchni zabudowy nie większej niż 2 ha. Minimalna głębokość dla mokrej niecki to 30-60 cm, a dla suchej 90-120 cm (zalecana głębokość słupa wody to 30 cm).

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleń wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa

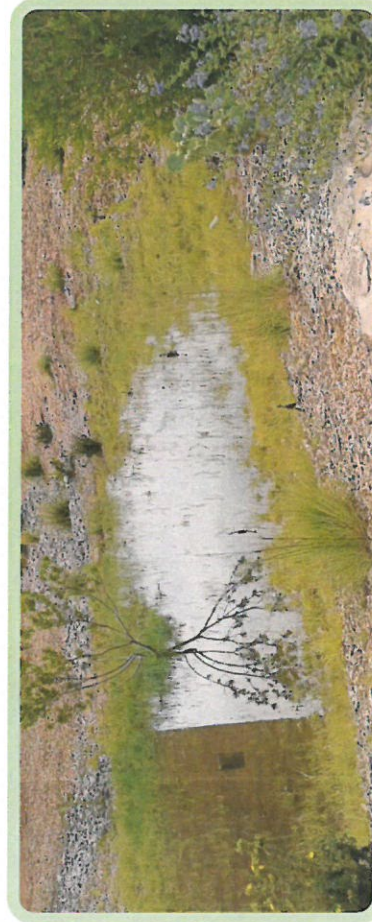
12. NIECKI FILTRACYJNE



źródło: Arup

wodnego, budowlanego i ochrony środowiska

Ogólne: powierzchnia zajmowana przez nieckę jest silnie uzależniona od przepuszczalności podłoża zlewni. Rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfiki inwestycji.



źródło: Arup

Czy wiesz, że ...

Do obsadzania niecek służą wyselekcjonowane mieszanki roślin wilgociolubnych. W ich kompozycję wchodzi tzw. rośliny repozycyjne, które ukorzeniając się poprawiają zdolności infiltracyjne gruntu nawet na głębokość 1 m.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: Arup

Urządzenia podziemne o lekkiej konstrukcji azurowej z tworzywa sztucznego, w postaci skrzynki o wymiarach na przykład 1000x500x400 mm przy pojemności około 200 litrów, funkcjonujące jako sztuczna warstwa magazynująco-przepuszczalna.

Zastosowanie

Urządzenia podziemne o lekkiej konstrukcji azurowej z tworzywa sztucznego w postaci skrzyniek, funkcjonujące jako sztuczna warstwa magazynująco-przepuszczalna.

Utrzymanie

Bieżące:

- Plukanie skrzyniek rozsączających.
- Ochrona przed dopływem liści i zanieczyszczeń.
- Konserwacja urządzenia do podczyszczania mechanicznego.

Opcjonalne:

- W zależności od potrzeby i warunków eksploatacyjnych zaleca się plukanie filtra, aby usunąć zanieczyszczenia mechaniczne.
- Należy co pół roku dokonywać kontroli działania studzienek oraz usuwać zgromadzone zanieczyszczenia, również kontrolując pracę towarzyszących urządzeń podczyszczających.

Zwróć uwagę:

- Dostępne są modele skrzyniek rozsączających umożliwiające przeprowadzanie inspekcji kamerą CCTV, poprzez dedykowany w tym celu tunel wzdłuż całego systemu skrzyniek.

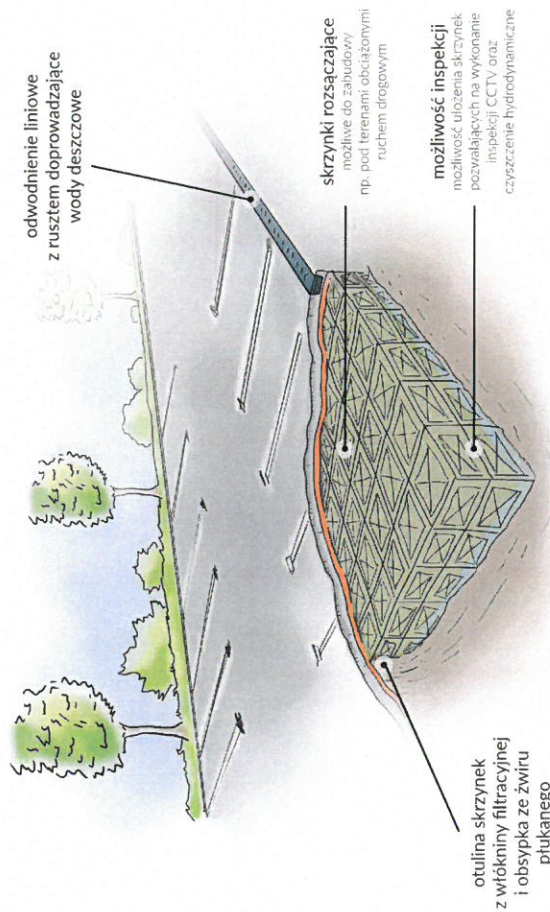
Warunki realizacji

Infiltracyjne: urządzenia znajdują zastosowanie w przypadku gruntów o współczynniku przepuszczalności większym niż 10^{-6} m/s. Grunty uniemożliwiające infiltrację wymagają zastosowanie układu skrzyniek wyłącznie w roli podziemnego zbiornika retencyjnego.

Topograficzne: posadowienie skrzyniek musi odbyć się w odpowiedniej odległości od drzew (zabezpieczenie przed uszkodzeniem skrzyniek przez rozbudowany system korzeniowy).

Konstrukcyjne: zalecana minimalna odległość posadowienia dna skrzynki od poziomu wody gruntowej nie powinna być mniejsza niż 1 metr. Przed dopływem do skrzynki należy umieścić studzienkę osadnikową z filtrem, a po

13. SKRZYNKI ROZSĄCZAJĄCE



Źródło: Arup

przeciwnej stronie dopływu wód odpowietrzenie za pomocą rury wywiewnej. Skrzynki powinny mieć możliwość przepłukiwania i kontroli stanu.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleń wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska.

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfiki inwestycji. Istnieje wiele odmian skrzyniek retencyjno-rozsączających o wytrzymałości konstrukcji adekwatnej do zagospodarowania terenu, o różnorodnej głębokości posadowienia i miąższości przykrycia.



Źródło: Arup

Czy wiesz, że ...

Skrzynka rozsączająca o pojemności 200 litrów odpowiada 1000 kg tłuszcza o współczynniku magazynowania 30%. Alternatywnym rozwiązaniem mogą być też komory drenażowe, obsypane warstwą tłuszcza.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



Źródło: Darlen Libran, CC BY 2.0

14. SKRZYNKI KORZENIOWE

Prostopadłościennie urządzenia podziemne wykonane z tworzywa sztucznego, tworzące rusztowanie dla drzew i przenoszące obciążenia komunikacji drogowej.

Zastosowanie

Gromadzenie wody w pobliżu ciągów komunikacyjnych. Zasada działania jest obecnie konstrukcji przeciwdziałającej kompresji podłoża złożonej ze skrzynek korzeniowych, wypełnionych mieszanką gleby i substratu o optymalnych właściwościach wodno-powietrznych dla rozwoju korzeni drzew.

Skrzynki łączone są w kanały korzenowe zapobiegające zagęszczeniu gleby przy zapewnieniu dużej pojemności retencyjnej i pozwalające na kierunkowanie korzeni, w celu uniknięcia potencjalnych uszkodzeń pobliskiej infrastruktury technicznej.

Utrzymanie

Bieżące:

- Sporadyczne w okresie wiosny, jesieni oraz po intensywnych opadach należy sprawdzać zagłębienia wokół pni drzew z zamiarem usunięcia czynników ograniczających infiltrację.

Opcjonalne:

- Coroczna kontrola powiązań sieciowych: drożność rur, przycinanie korzeni, drobne naprawy.

Zwróć uwagę:

- Układ skrzynek korzeniowych jest systemem podziemnym, dlatego istotne jest poprawne utrzymanie nawierzchni znajdujących się ponad skrynkami i przeznaczonych dla ruchu ulicznego. Wszelkie wykopy powinny być koordynowane względem projektu powykonawczego układu skrzynek. Wynikające z prac technicznych lub remontów infrastruktury pęknięcia lub inne trwałe uszkodzenia skrzynek, wymagają ich wymiany.

Warunki realizacji

Infiltracyjne: całkowicie otwarte wnętrza skrzynek pozwala na szybką infiltrację wody przez system, lecz w przypadku zbyt małej odległości od budynków stosuje się uszczelnienie geomembraną, a odprowadzenie nadmiaru wody do kanalizacji poprzez rurę drenarską. Optymalnym medium, układanym wewnątrz konstrukcji, jest mieszanka kamienno-glebowa (np. z domieszką keramzytu)

Czy wiesz, że ...

Jedna skrzynka korzeniowa może zawierać w przybliżeniu 0,3 m³ gleby i jest zdolna pomieścić niemal 75 litrów wody deszczowej.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



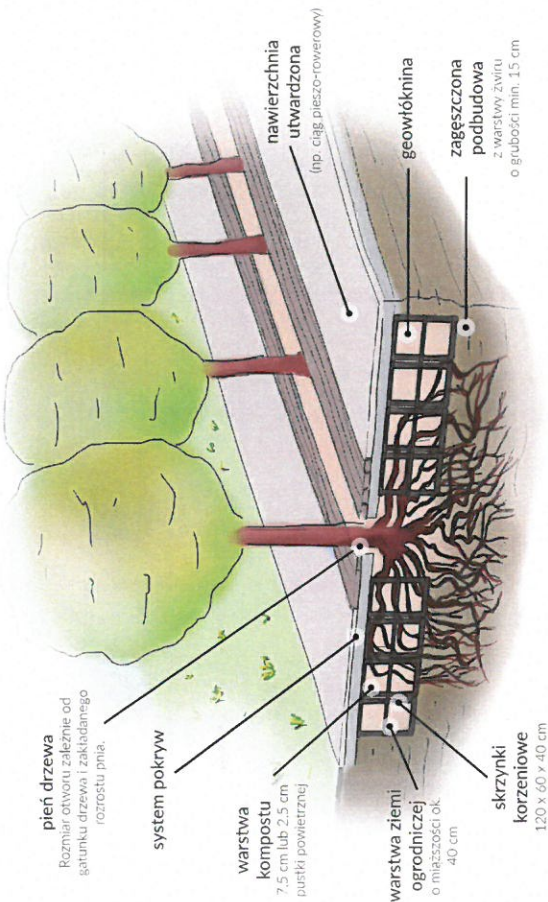
KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: Arup

zapewniającą najlepsze warunki powietrzno-wodne dla systemu korzeniowego drzew

Topograficzne: układy skrzynek korzeniowych zaprojektowane są dla obszarów o nachyleniu nie większym niż 5%.
Konstrukcyjne: wymiary typowej, pojedynczej skrzynki korzeniowej wynoszą: wysokość - 400 mm, szerokość - 600 mm, długość - 1200 mm. Najważniejszym etapem jest przygotowanie wyrownanej i zagęszczonej warstwy nośnej pod posadowienie systemu, bowiem od tego zależy poprawne połączenie skrzynek w integralną całość. Istotne jest również dobranie odpowiednich średnic otworów dla wzrostu drzew, uwzględniając nawet kilkudziesięcioletni rozrost korzeni szkarpowych (strukturalnych). W projekcie należy uwzględnić klasę obciążenia w zależności od przeznaczenia terenu.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwolenia, budowlanego i ochrony środowiska. W typowym układzie projekt powinien być powiązany z projektem zagospodarowania dla budowy chodnika i spełniać stosowne

warunki techniczne określone w rozporządzeniach. **Ogólne:** rozwiązywanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfiki inwestycji.



źródło: DeepRoot CC BY 2.0



źródło: DeepRoot CC BY 2.0

15. PODZIEMNE ZBIORNIKI SZCZELNE

Zbiorniki retencyjne o różnorodnych kształtach i technikach wykonania – z tworzywa, betonowe, prefabrykowane, budowane in situ – instalowane pod powierzchnią terenu. Szczególną odmianą jest retencja kanałowa, polegająca na zainstalowaniu na określonej długości odcinka sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej rury o wyraźnie większej średnicy.

Zastosowanie

Magazyinowanie lub tymczasowe przetrzymanie nadmiaru wód deszczowych w celu ograniczenia odpływu wód opadowych i uniknięcia przeciążenia kanalizacji burzowej. Możliwość wykorzystania zgromadzonej i podczyszczonej wody do celów nawadniania terenów zieleni miejskiej, mycia dróg i placów.

Utrzymanie

Bięjące:

- Regularne kontrole co 2 miesiące w celu oszacowania ilości osadów dennych, złożonych ze szczątków biomasy, pyłu, odchodów zwierzęcych i innych zanieczyszczeń tworzących szlam (opóźnianie i oczyszczanie wewnętrznych płaszczyzn magazynujących wraz z wybraniem osadu co 2 – 5 lat, zależnie od wielkości systemu i dopływającego ładunku zanieczyszczeń)
- Czyszczenie filtrów mechanicznych na wlocie do zbiornika 2 – 4 razy w roku

Opcjonalne:

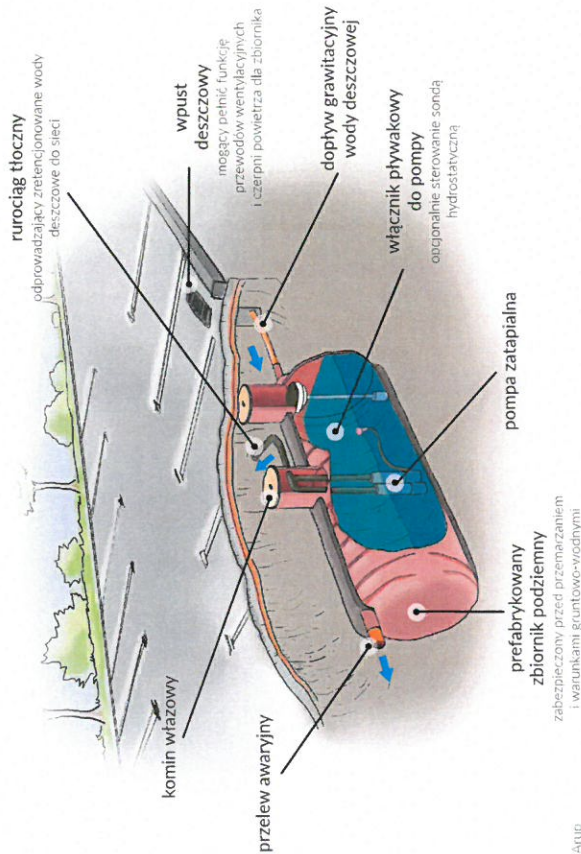
- Sprawdzanie stanu technicznego zainstalowanych pomp, mechanizmów kontrolujących opróżnianie oraz urządzeń czyszczących, jeśli takowe wchodzi w skład systemu zbiornika podziemnego.

Zwróć uwagę:

- Częstotliwość konserwacji zależy od szeregu warunków oraz stanu nawierzchni odwadniającej zlew, dlatego po pierwszych dniach deszczowych, od momentu rozpoczęcia eksploatacji, konieczna jest kontrola pogładowa.

Warunki realizacji

Topograficzne: typowe zagadnienia do rozpatrzenia to posadowienie zbiornika poniżej poziomu przemarzania gruntu dla jego nieprzerwanej eksploatacji, uwzględnienie wyporności wód gruntowych (zwłaszcza cechujących się sezonowym wahaniem poziomu zwierciadła) i obciążenia



źródło: Arup

od ruchu na powierzchni terenu oraz zachowanie bezpiecznych odległości od innych obiektów, np. posadowienie 5 m od budynku czy 2 m od granicy działki.

Konstrukcyjne: przed wlotem do zbiornika gromadzącego wody z ulic, parkingów itp. (lub na jego wylocie do odbiornika) może być konieczne zastosowanie układu oczyszczania ścieków deszczowych, gdyż spływające wody są zanieczyszczone cząstkami organicznymi i mineralnymi, biomasą i substancjami ropopochodnymi. Opróżnianie zbiornika, np. na cele podlewania zieleni miejskiej, może być realizowane grawitacyjnie lub poprzez przepompownię, warunki napełniania i opróżniania wymagają każdorazowo szczegółowej analizy hydraulicznej. Zbiorniki odcinające kanalizację deszczową powinny oddawać wodę do systemu sterowanych lub regulatorów przepływu.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwolenia wodno-energetycznego, budowlanego i ochrony środowiska, a także wytycznych np. zarządców dróg. Konieczna jest także ocena warunków

Czy wiesz, że ...

Wyjątkowo zaawansowany system do gromadzenia wody podczas ulicznych deszczy, mieści się w Japonii, a jego budowa trwała 17 lat. Chironi on Tokyo, miasto zamieszkałe przez 35 milionów mieszkańców, zwiększając odporność miasta przy powodzi 200-letniej. W system włączono się pompy o wydajności 200 ton wody na sekundę.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: Arup



źródło: Steven Shepard, CC BY 2.0

Ogólna grupa powierzchniowych urządzeń w postaci ukształtowanych zbiorników ziemnych, z uszczelnionymi ścianami i dnem.

Zastosowanie

Wody opadowe są gromadzone w obrębie zbiornika bez ich rozszczepiania do gruntu. Całkowita objętość dopływającej wody odprowadzana jest stopniowo, zazwyczaj przy dławionym odpływie, do innego odbiornika – grawitacyjnie lub za pomocą przepompowni. Rozwiązanie nastawiane jest przede wszystkim na zatrzymanie i opóźnienie odpływu wód opadowych, ale nie wyklucza ich ponownego wykorzystania.

Utrzymanie

Bieżące:

- Ze względu na zatrzymywanie substancji stałych, poprzez ich osadzanie w czasie fazy piętrzenia, raz na kilka lat wymagane jest oczyszczenie dna czaszy zbiornika
- Regularne inspekcje rur zasilających zbiornik, stateczności i umocnień skarp, systemu przepompowni oraz stanu technicznego ewentualnej rampy wjazdowej.

Opcjonalne:

- Doraźne kontrole stanu technicznego deflektora dopływu.

Zwróć uwagę:

- Forma przestrzenna i sposób rozwiązania konstrukcji zbiornika decydują o jego charakterze – seminaturalny ze strefami roślinnymi o znaczeniu technologicznym będzie dodatkowo wymagał ich okresowej pielęgnacji.

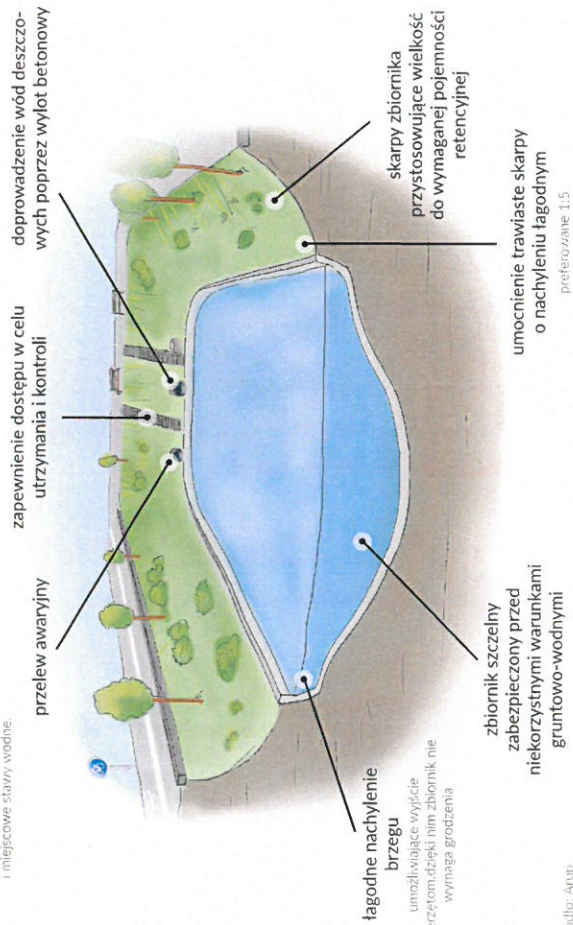
Warunki realizacji

Topograficzne: zgodne z ideą zielono-niebieskiej infrastruktury zaleca się, aby zbiorniki były wkomponowane w otaczający teren i swoim ukształtowaniem wykazywały podobieństwo do naturalnych stawów, tworząc ogólnodostępną, nieogrodzoną przestrzeń wspólną zwiększającą bioróżnorodność. Zbiorniki typowo powinny być sytuowane w odległości przynajmniej 20 m od krawędzi skarpy zewnętrznej rowu lub od podstawy nasypu, najlepiej wykorzystując naturalne zagłębienia terenowe. Lagodne zbocza skarpi i brzegów umożliwiają dostęp i powodują, że zbiornik nie musi być ogrodzony.

Konstrukcyjne: należy uwzględnić zjawisko wyporu

16. POWIERZCHNIOWE ZBIORNIKI RETENCYJNE SZCZELNE

Zalecana lokalizacja pod zbiornik to naturalnie niecki terenowe i miejscowe stawy wodne.



Źródło: Arup

w przypadku projektowaniu szczelnej powierzchni zbiornika z membraną – określić poziom zwierciadła wody podziemnej w stosunku do rzędnej dna zbiornika. Pojemność retencyjna zależy od wyniku obliczeń hydraulicznych, które głównie bazują na wartościach natężenia deszczu i wielkości odwadnianego obszaru, ale także układu sieci i ukształtowania terenu. Na dopływie do zbiornika należy umieścić układ podczyszczający. Kształt zbiornika powinien pozwalać na racjonalny odpływ zgromadzonej wody opadowej.

Formalne: przeważnie zbiorniki te są sporymi przedsięwzięciami budowlanymi i wymagają opracowania dokumentacji projektowej oraz uzyskania pozwoleń wymaganych prawem wodnym, budowlanym i ochrony środowiska.

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfiki inwestycji.

Czy wiesz, że ...

Uwzględniając warunki klimatu w Polsce i niski stopień porowatości, zbiorniki tego typu muszą mieć przelew awaryjny i odprowadzenie do odbiornika. W przeciwnym razie rozwiązanie oparte o zbiorniki szczelne bezodpływowe ze wskazaniem funkcji odparowania mogą doprowadzić do niekontrolowanych przelewów, a w konsekwencji wywołać lokalne podtopienia lub uplastycznienia gruntów.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



Źródło: Arup



Źródło: Arup

Zielone, brunatne i niebieskie dachy to alternatywa dla tradycyjnych dachów. Dachy zielone lub brunatne są układami wielowarstwowymi zwięzłymi pokrywą roślinną, wykorzystywane czasem jako powierzchnie użytkowe z elementami małej architektury. Dachy niebieskie funkcjonują na zasadzie zbiorników na poziomej płaszczyźnie dachu.

Zastosowanie

Pokryte roślinnością zielone dachy zatrzymują wodę deszczową, która jest filtrowana i odparowuje do atmosfery, a nadmiar dopiero jest odprowadzany. Ich główną funkcją jest zmniejszenie ilości odprowadzanej wody do kanalizacji, ale dodatkowo zapewnienie korzyści ekologicznych, gdyż zatrzymują i filtrują zanieczyszczenia powietrza, tłumia hałas, pochłaniają promieniowanie UV i poprawiają mikroklimat. W czasie zimy zapobiegają dużym stratom ciepła, a latem chronią przed nadmiernym nagrzewaniem. Ponadto produkują tlen i ograniczają zjawisko „miejskiej wyspy ciepła”. Tworzą również bioróżnorodne siedliska i zwiększają walory estetyczne. Natomiast niebieskie dachy to zbiorniki na płaskim dachu służące do tymczasowego zatrzymywania wody deszczowej. Odprowadzenie wody odbywa się zazwyczaj w ciągu doby. Niebieskie dachy przechwytują wody opadowe i gromadzą je często także dla celów ponownego wykorzystania w budynku.

Utrzymanie

Bieżące:

- Nawadnianie, pielęgnacja roślin, nawożenie, sprawdzanie urządzeń technicznych na dachu oraz czyszczenie rynien bezpieczeństwa, skrynek kontrolnych oraz innych urządzeń odwadniających, 2 razy w roku
- przebieganie odpływów dachowych, szczególnie jesienią

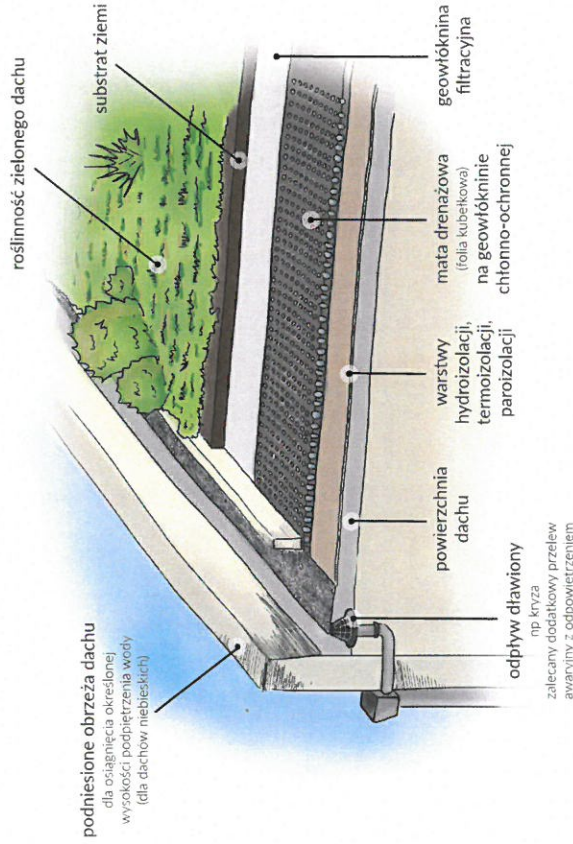
Opcjonalne:

- Zapewnienie roślinom sztucznego nawadniania (np. systemy zraszania, system kroplujący), uzupełnianie roślin i substratu, przycinanie roślin oraz koszenie

Zwróć uwagę:

- Nie stosować roślin z dużymi wymaganiami wodnymi, zapewnić właściwą wilgotność podłoża roślinnego, zapewnić warstwę izolacyjną odporną na przetrwanie korzeni.

17. ZIELONE I NIEBIESKIE DACHY



Źródło: Arup

Warunki realizacji

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.



Źródło: Arlington County, CC BY 2.0

Czy wiesz, że ...

W porównaniu do standardowego dachu, który ma obciążenie równe 10-15 kg m², nasycony wodą zielony dach może ważyć nawet 175-200 kg m². W Polsce najbardziej znanym zielonym dachem jest dach Biblioteki Uniwersyteckiej w Warszawie, który rozciąga się na powierzchni ponad 1 ha. Roślinność zajmuje powierzchnię ponad 5 000 m². Na dachu stworzono atrakcyjną przestrzeń miejską, łącząc części ogródku kładkami, ścieżkami oraz mostkami i pergolami, na których rośnie winorośl.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



Źródło: Arup

Urządzenie wodne, najczęściej posiadające oprawy rzeźbiarskie o wysokich walorach estetycznych. Konstrukcja złożona jest z basenu gromadzącego wodę, przelewów i instalacji obiegowych. Fontanny stanowią przeważnie element małej architektury.

Zastosowanie

Obok dodatkowej retencji wód opadowych, rozwiązanie to oferuje możliwość twórczego włączenia wody w panoramę miasta. Współczesne fontanny często wyposaża się w urządzenia do widowiskowych iluminacji.

Utrzymanie

- Bieżące:**
- Pozyskiwanie materiałów serwisowych, naprawczych i środków do uzdatniania i dezynfekcji wody.
 - Regularne czyszczenie niecek fontann, utrzymywanie sprawności tryskaczy i wysokości strumienia wody, a także bieżący dozór automatyki i instalacji obiegowych.
 - Systematyczne czyszczenie filtrów i dysz urządzeń tryskowych.

Zwróć uwagę:

- Bardzo istotnym aspektem jest wzorcowy stan techniczny komory pomp, aby nie dopuścić do zalania pompy obiegowej po obfitych opadach deszczu.
- Praca fontanny w obiegu zamkniętym pozwala zmniejszyć opłaty za pobieraną wodę z miejskiej sieci, lecz nie eliminuje problemu jej uzupełniania zwłaszcza w okresach suchych.

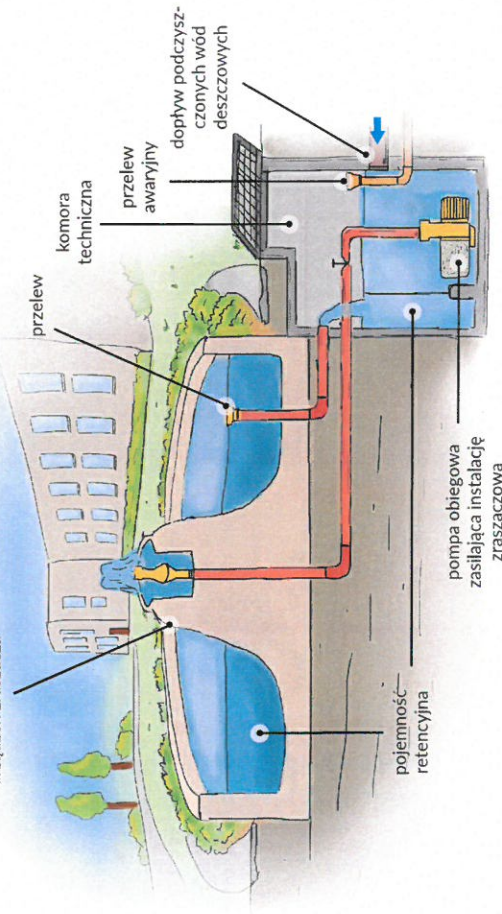
Warunki realizacji

Topograficzne: teren posadowienia misy i cokołu fontanny jest najczęściej płaski, korzystny pod względem rozpoznania warunków geotechnicznych i hydrologicznych oraz stanowiący otwartą przestrzeń publiczną. Kształt fontanny, jak i elementy ozdobne, mogą przyjmować dowolną formę. Występują projekty realizowane w postaci układu kaskad lub nawet wkomponowane w schody.

Konstrukcyjne: projekt fontanny powinien uwzględniać technologię uzdatniania wody, zbiornik wyrównawczy wody z systemem pomp i zapewnienie pojemności retencyjnej (zwanej często pojemnością czynną). Oprócz wybudowania komory technicznej, mieszczącej urządzenia obsługujące fontannę konieczne może być wykonanie

18. FONTANNA Z RETENCJĄ

zdobienie fontanny zintegrowane z dyszami urządzeń zraszacza



źródło: Arup

studni wodomierzowej.

Formalne: zaleca się opracowanie dokumentacji projektowej oraz sprawdzenie konieczności uzyskania pozwoleń wobec aktualnie obowiązujących przepisów prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska. Warto zwrócić uwagę na warunki higieniczno-sanitarne wody oraz sprawdzić czy wszystkie urządzenia przeznaczone do zamonitowania w obrębie fontanny posiadają wymagane atesty i certyfikaty

Ogólne: rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków i specyfiki inwestycji.

Czy wiesz, że ...

Fontanna zamistawiana na zbiorniku retencyjnym napowietrza wodę ograniczając wzrost glonów i poprawiając warunki życia fauny wodnej.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE

<input checked="" type="checkbox"/>	plac	<input checked="" type="checkbox"/>	osiedla	<input checked="" type="checkbox"/>	zabudowa	<input type="checkbox"/>	domy
<input checked="" type="checkbox"/>	parkingi	<input checked="" type="checkbox"/>	parki	<input checked="" type="checkbox"/>	zwarta	<input type="checkbox"/>	jednorodzinne
<input checked="" type="checkbox"/>	drogi	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	



źródło: Gordon Ball, CC BY 2.0



źródło: Giles Rochall Photography

Rozwiązaniem integrującym czasową retencję wód opadowych z atrakcyjną przestrzenią do rekreacji są suche zbiorniki, funkcjonujące jako place wodne.

Zastosowanie

Wypełniają się wodą tylko na czas gwałtownych opadów i magazynują ją do momentu, aż minie zagrożenie powodziowe, po czym woda odprowadzana jest z opóźnieniem do odbiornika naturalnego lub kanalizacji. Natomiast okresy bezdeszczowe pozwalają mieszkańcom w pełni korzystać z funkcji pełnionych przez place, czy to pod postacią placu zabaw, boiska sportowego, amfiteatru czy po prostu jako miejsce relaksu i spotkań o wysokiej jakości architektury.

Utrzymanie

- Bieżące:**
- Systematyczne czyszczenie placu i usuwanie namieszonych śmieci po intensywnych opadach.
 - Okresowa kontrola sprawności wsiąkania przez nawierzchnię przepuszczalną na dnie zbiornika lub serwisowanie przepompowni, w przypadku takiego systemu odprowadzania wody.
- Opjonalne:**
- Zależnie od zastosowanej nawierzchni konieczność wymiany po wieloletniej eksploatacji i w wyniku oddziaływania retencjonowanej wody.

Zwróć uwagę:

- Ideą placu wodnego jest jego zagospodarowanie jako przestrzeni publicznej, zatem funkcjonuje na tych samych zasadach co plac zabaw, boisko sportowe czy amfiteatr.

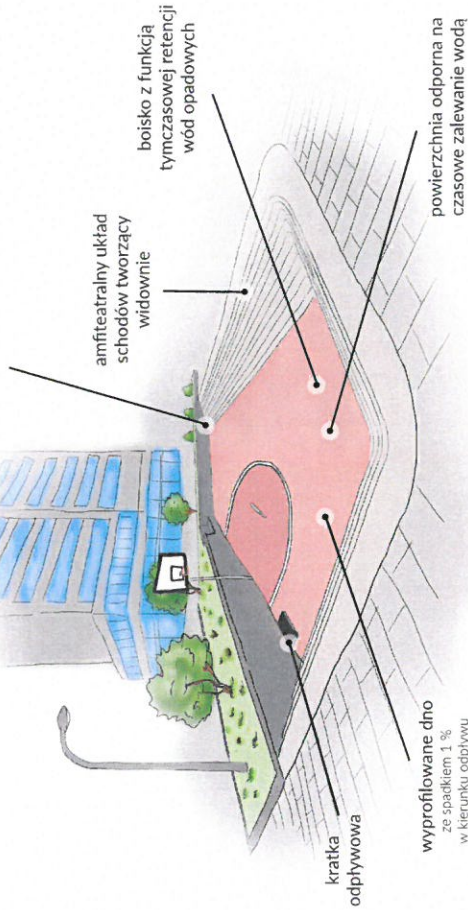
Warunki realizacji

Topograficzne: preferowane dla tego rozwiązania są centra miast o zwartej zabudowie, gdzie konwencjonalna „szara” infrastruktura mocno konkuruje z obszarami możliwymi do przeznaczania na inne funkcje, w tym rekreacyjne. Świetnie sprawdza się w rewitalizacji tkanki miejskiej terenów zdegradowanych. Jeśli tylko warunki gruntowo-wodne i bliskość zabudowy na to pozwalają skwer miejski, lub jego fragment, może zostać zagłębiony i przekształcony na wielofunkcyjną przestrzeń miejską o charakterze przeciwpowodziowym.

Konstrukcyjne: zaprojektować można plac składający się

19. PLAC WODNY

dopływ z systemu kanalizacji deszczowej może wymagać podczyszczenia przed wprowadzeniem

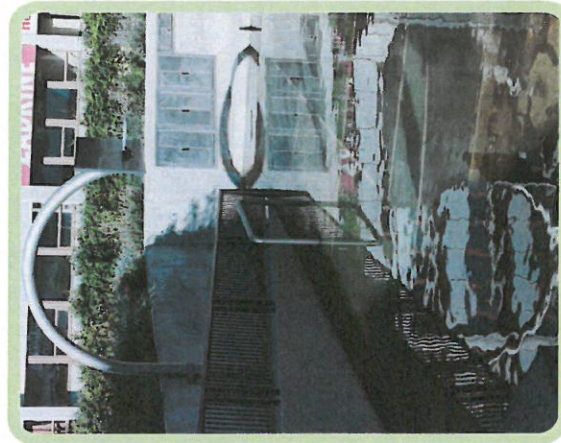


Źródło: Arup

z kilku niosek, usytuowanych na różnej głębokości, działających na zasadzie połączonych naczyń. Zgromadzona woda może być odprowadzana grawitacyjnie w sposób kontrolowany lub za pomocą systemu pomp, zatem dno placu powinno być wyprofilowane ze spadkiem min. 1% w kierunku odpływu.

Formalne: plac wodny z zagłębieniem o funkcji zbiornika retencyjnego wymaga wykonania projektu na jego realizację i uzyskania pozwoleń budowlanych. Obok architekta, projekt powinien być wykonany z udziałem inżyniera znającego zagadnienia hydrauliczne.

Ogólne: niecka z placem wodnym może pełnić funkcję placu zabaw, skateparku, boiska sportowego z amfiteatralnie usytuowanymi trybunami czy nawet lodowiska. Tego typu rozwiązania każdorazowo przygotowywane są indywidualnie w ścisłym związku z lokalnymi warunkami i specyfiką inwestycji.



źródło: stadlandschaft, BY CC 2.0

Czy wiesz, że ...

Za jeden z pierwszych przykładów placu łączącego funkcje przeciwpowodziowe i rekreacyjne uznaje się charakterystyczny plac Bonhempelen w Rotterdamie, w Holandii, ukończony w 2013 roku.

PODCZYSZCZANIE



RETENCJA



INFILTRACJA



KOSZT



UTRZYMANIE



ZASTOSOWANIE



źródło: KlimabYen, BY CC 2.0

Biomimetyka (z greckiego *bios* – życie i *mimesis* – naśladować) jest nową dyscypliną, która bada ewoluujące przez setki milionów lat zdolności organizmów do przetrwania w nieustannie zmieniającym się środowisku, a następnie przenosi je do środowiska antropogenicznego. W efekcie jest stosowana powstają różne rozwiązania naśladujące naturę. Jednym z nich mogą być zielone ściany, czy pionowe ogrody.

Zastosowanie

Jeszcze do niedawna rozwój miast symbolizował betonową szarość i wypieral naturę, a przecież to właśnie ona krywa wzorce, formy oraz mechanizmy tak powszechnie czerpane przez architektów, urbanistów czy inżynierów. Innowacje inspirowane naturą mają na celu m.in. udoskonalenie techniki w zrównoważonym gospodarowaniu wodami opadowymi. Jednym z kluczowych rozwiązań są zielone fasady, nazywane również „żyjącymi ścianami”. Których działanie imituje ekosystem leśny. Rośliny zatrzymują wody opadowe na potrzeby procesów życiowych, a ich nadmiar oddawany do atmosfery w wyniku parowania i oddychania poprawia mniejszy mikroklimat.

Utrzymanie

Bieżące:

- Utrzymanie żyjącej ściany polega na przycinaniu roślin sezonowych i ewentualnym czyszczeniu systemów odwadniania i nawadniania w okresie jesienno-zimowym
- Dbanie o stan zdrowotny roślin poprzez wykonywanie oprysków lub ustwanianie chwastów.
- Okresowe uzupełnianie nawozu, w zależności od specyfiki gatunków roślin.

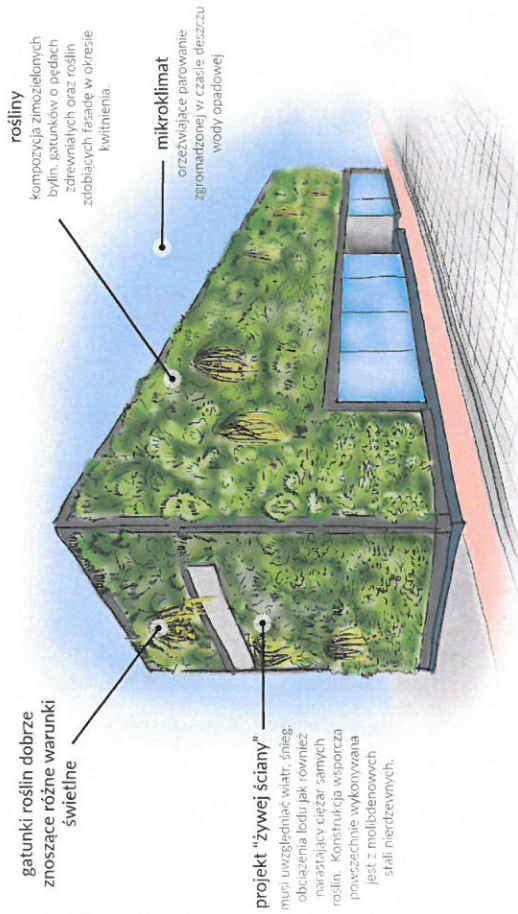
Opcjonalne:

- W celu ułatwienia pielęgnacji zielonej ściany, może być ona zintegrowana z liniami kroplującymi, sterowanymi przez automatyczny system nawadniania.

Zwróć uwagę:

- Odpływ wody z modułów wypełnionych roślinnością do odbiornika następuje dopiero po maksymalnym nasyceniu biomasy. Nadmiar wód opadowych z zielonej fasady odprowadzany jest do systemu kanalizacyjnego lub zagospodarowany na miejscu, w powiązaniu z innymi rozwiązaniami zielono-niebieskiej infrastruktury.
- Okresowe zabiegi utrzymaniowe dla wielkopowierzcho-

20. BIOMIMETYKA NAŚLADOWANIE NATURY



Źródło: Arup

nowych i intensywnie zagospodarowanych systemów mogą wymagać rozstawienia rusztowań oraz zabezpieczenia terenu na czas prac.

Warunki realizacji

Lokalizacyjne: ten typ rozwiązań obejmuje najróżniejsze implementacje. Przykładowo zakładany ogród wertykalny wymaga odpowiedniej ekspozycji na światło dzienne. Część roślin preferuje cień, kiedy inne prosperują w pełnym słońcu. Zielone ściany mogą być także konstruowane wewnątrz budynków. Warto także zwrócić uwagę na muły ogrodzeń czy ekrany przeciwwiatrowe jako miejsca lokalizacji tego typu rozwiązań.

Konstrukcyjne: w przypadku ogrodów wertykalnych do elewacji budynku przytwierdza się warstwę uszczelniającą, następnie podkład i warstwę filcu z kieszeniami na rośliny. System mocowany jest za pomocą wiązań lub kotwieni. Inną metodą, gabionowa, bazuje na konstrukcji nośnej w postaci stelaża utrzymującego donice z gruntem. Pomiędzy ścianą budynku a stelażem uzyskuje się przestrzeń rozwoju dla rozmaitych gatunków roślin, w tym

Czy wiesz, że...

Jednym z propagatorów zielonych fasad jest francuski botanik Patrick Blanc, twórca słynnego ogrodu wertykalnego przy centrum sztuki i kultury Caixaforum w Madrycie. Zielona ściana złożona jest z 18 tysięcy roślin należących do 250 gatunków. Zajmuje powierzchnię 460 m², a jej największe osiąga wartość nawet 1 metra.



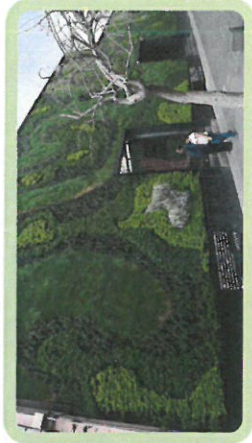
Źródło: William Murphy, CC BY 2.0

Banery, flagi, maszty, rzeźby czy inne elementy wykonane z tkanin absorbujących wodę i zdołające miejscą przetrzeć, mogą nieczym liście drzew woskami chłoniąc deszcz by później w promieniach słońca oddawać wodę do otoczenia.



Spowolnienie przepływu wody opadowej za pomocą lanych spływów, na wzór igieł i liści drzew. Siły adhezyjne pozwalają na laminarny spływ wody, niwelując swobodny spadek oraz niekontrolowane rozbrizgi.

Źródło: Field Outdoor Spaces, CC BY 2.0



Źródło: Mark Hogan, CC BY 2.0

nawet bylin, krzewów czy niewielkich drzew. U podstawy ściany powinna być wykonana na przykład opaska drenażowa, odprowadzająca nadmiar wody. Opcjonalny system irygacyjny w postaci linii kroplujących należy doprowadzić do każdego modułu roślinnego.

Formalne: istotnym zagadnieniem jest własność obiektu, na przykład ściany budynku. Z punktu widzenia miasta wiele potencjalnych obiektów wartych rozważenia pod kątem tego rozwiązania to obiekty przywarte. Z kolei prywatni właściciele chętnie w ten sposób ozdobiłby ścianę sąsiada. Problem ten można rozwiązać wykonując konstrukcję wolnostojącą. Rozwiązanie wymaga opracowania dokumentacji projektowej. Osobną kwestią jest możliwość zaliczenia takiego ogrodu jako powierzchni biologicznie czynnej, jednak korzyści w skali miasta wprowadzania ogrodów wertykalnych mogą być wyjątkowe.

Ogólne: przy doborze gatunków warto uwzględnić cykliczność por roku – rośliny sezonowe rekomenduje się uzupełnić o zimozielone, aby zachować całoroczny urok fasady. Rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfiki inwestycji.

Inspiracje



źródło: Arup



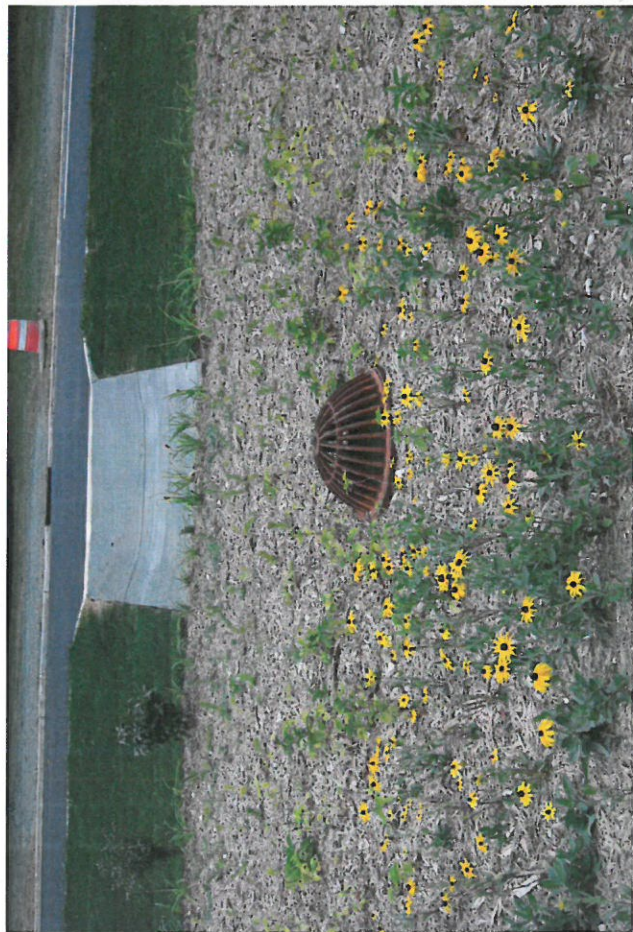
źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



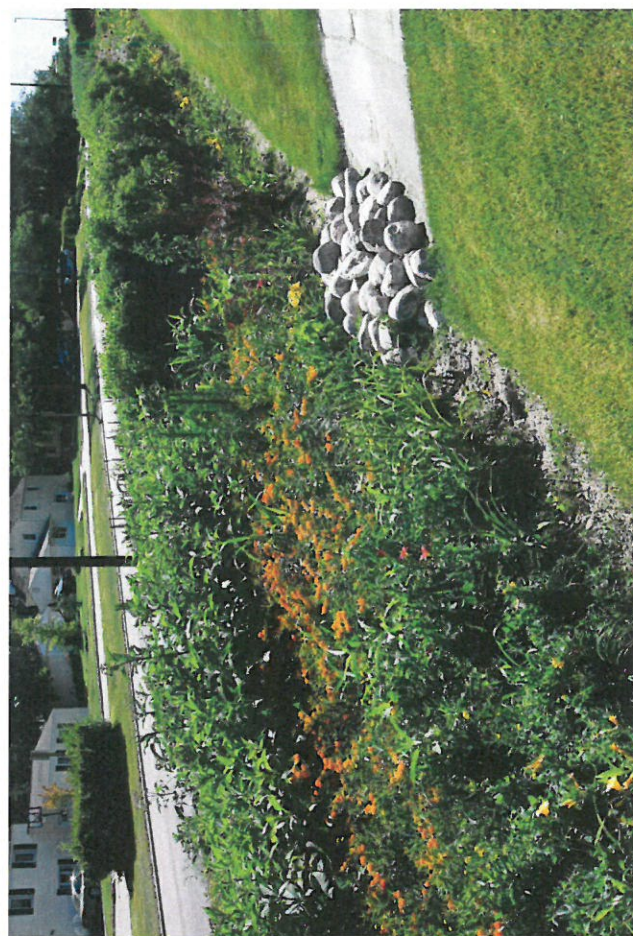
źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Arup



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkening, CC BY 2.0



źródło: amneheathen, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Giles Rocholl Photography

Katalog zielono-niebieskiej infrastruktury © Arup



źródło: Giles Rocholl Photography



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Arup



zrodlo: Arup



zrodlo: Arup



zrodlo: La Citta Vita, CC BY 2.0



źródło: kahnyn, CC BY 2.0



źródło: Green Infrastructure, CC BY 2.0



źródło: Corey Burger, CC BY 2.0



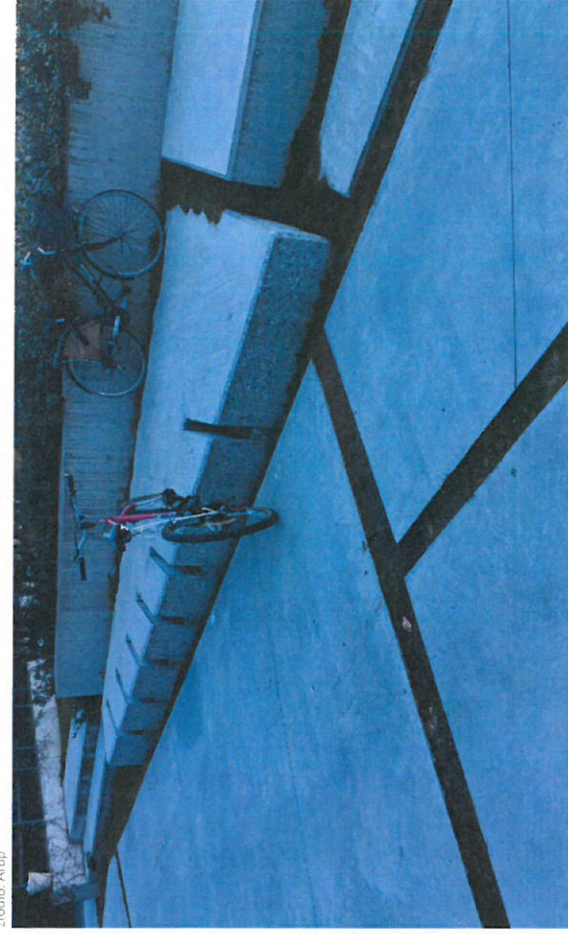
źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



Źródło: Arup



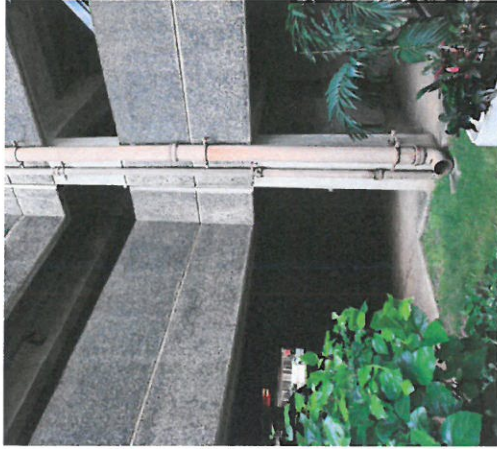
Źródło: Arup



Źródło: Arup



Źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



Źródło: Arup



Źródło: Arup



Źródło: Arup



Źródło: Arup



Źródło: William Murphy, CC BY 2.0



Źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Arup



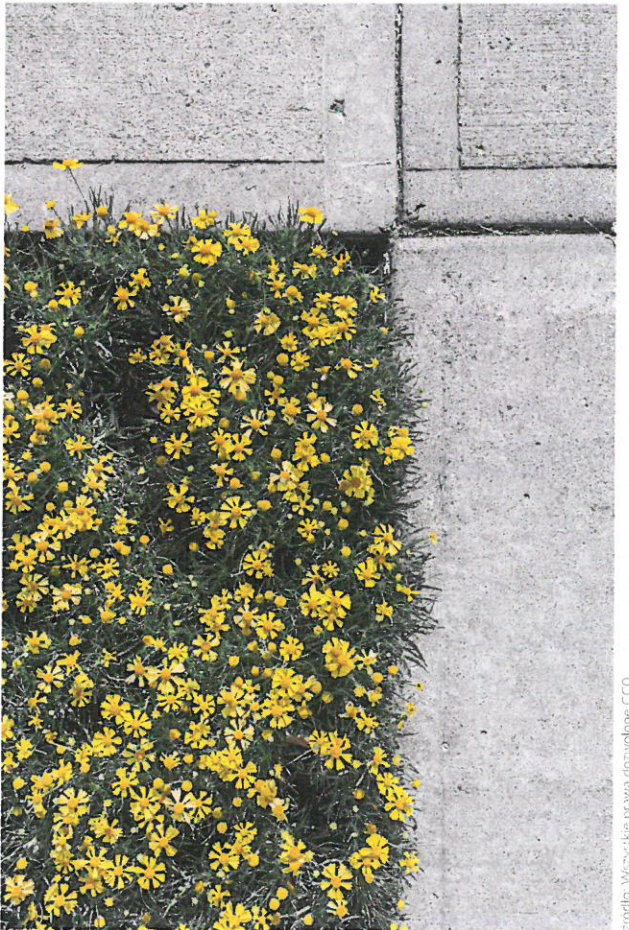
źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CCO



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CCO



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



źródło: Arup



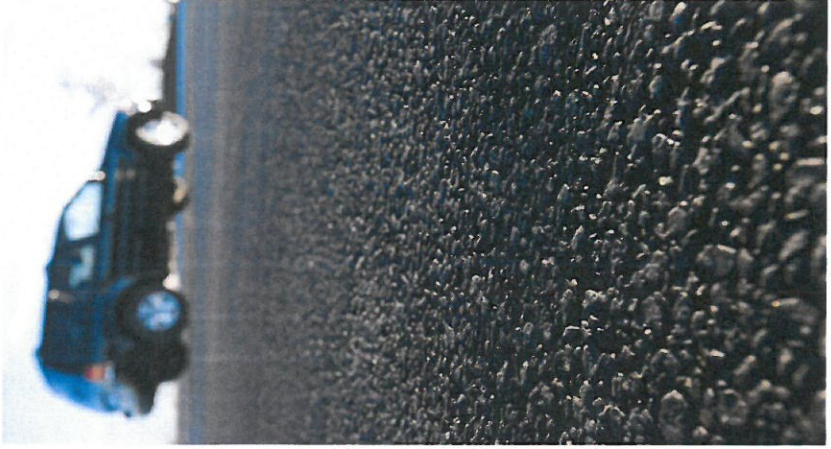
źródło: Arup



źródło: Arup



źródło: Brad Davis, CC BY 2.0



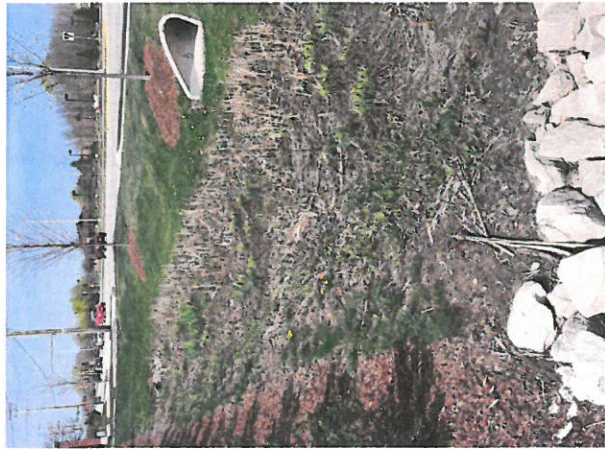
źródło: Chris Cortea



źródło: Arup



źródło: Arup



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



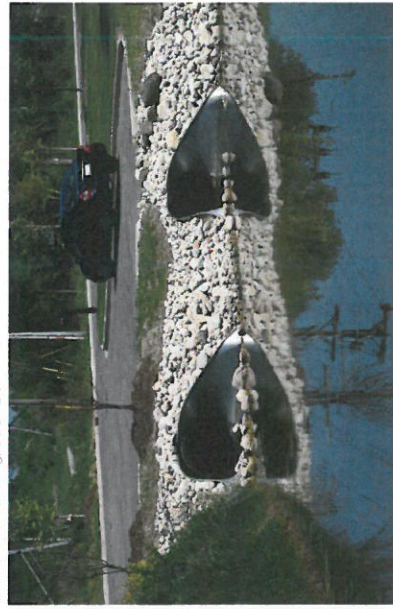
zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



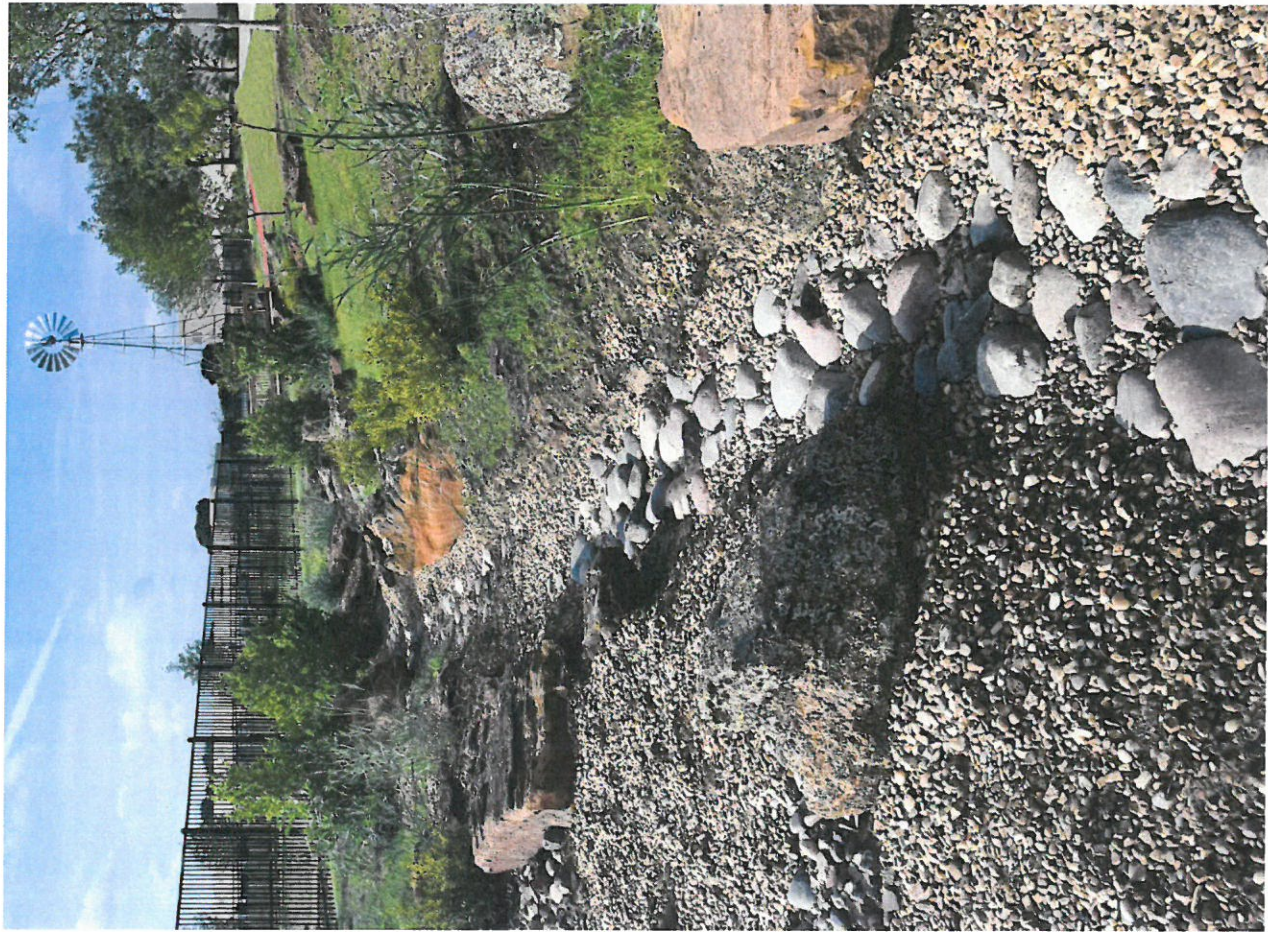
zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



zrodlo: Aaron Volkening, CC BY 2.0



Źródło: Arup



Źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



Źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



Źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



źródło: Arup



źródło: Center for Neighborhood Technology, CC BY 2.0



Źródło: La Citta Vita, CC BY 2.0



Źródło: Mike Boucher, CC BY 2.0



Źródło: Rodrigo Saldaña, CC BY 2.0



Źródło: Mike Boucher, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Chris Hamby, CC BY 2.0



źródło: Corey Burger, CC BY 2.0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszyskie prawa dozwolone CC0



źródło: Matthyorda inc., CC BY 2.0



źródło: Kay Ellen, CC BY 2.0

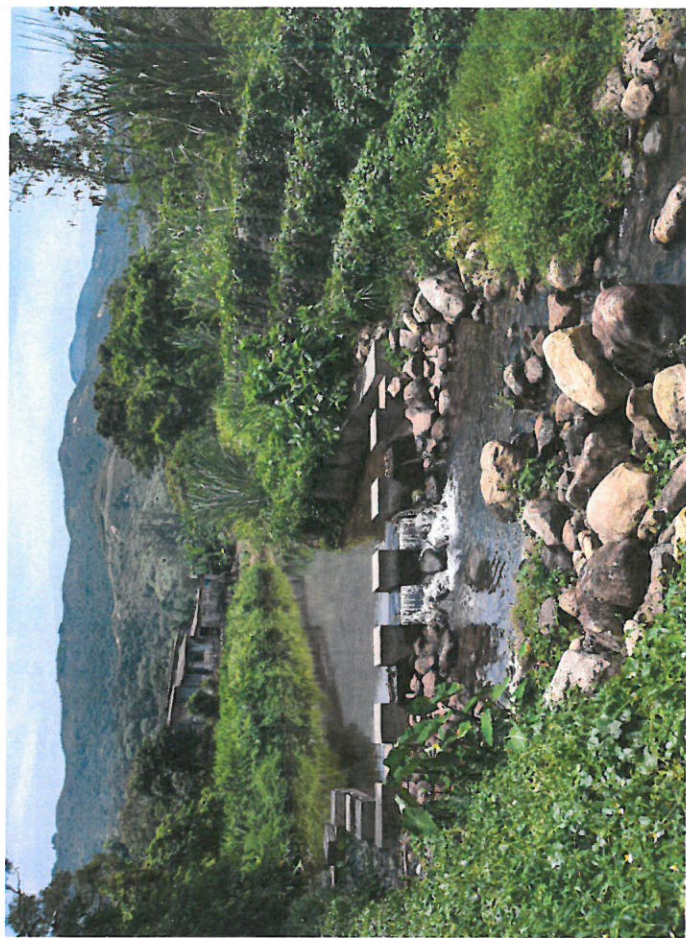


źródło: Ken Mayer, CC BY 2.0



źródło: Chris Cortes

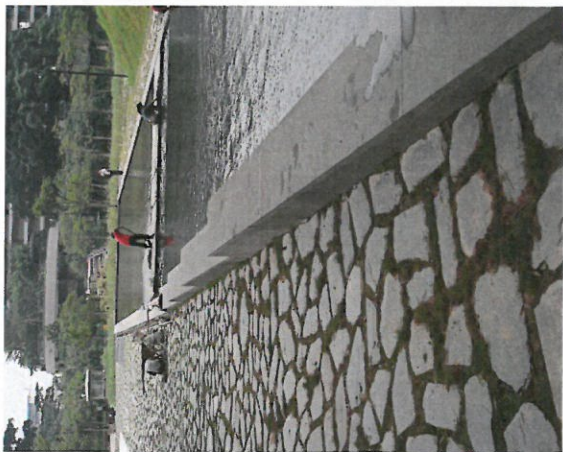
Katalog zielono-niebieskiej infrastruktury © Arup



źródło: Wszystkie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszystkie prawa dozwolone CC0



źródło: Wszystkie prawa dozwolone CC0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: Aaron Volkering, CC BY 2.0



zródło: P. Crap Mariner, CC BY 2.0



źródło: Chris Watts, CC BY 2.0



źródło: Wayne National Forest, CC BY 2.0



źródło: U.S. Army Corps of Engineers, CC BY 2.0



O Katalogu

W drugiej części Katalogu przedstawiamy 20 najbardziej przydatnych rozwiązań retencji i gospodarowania wodami opadowymi, które z powodzeniem mogą być stosowane w Bydgoszczy: od rozwiązań przydomowych, ogrodów deszczowych, przez muldy chłonne, skrzynki rozsączające, stawy hydrofitowe aż po zbiorniki powierzchniowe i podziemne.

Zebraaliśmy je w 6 kategorii:

- I. domy jednorodzinne
- II. drogi/ciągi komunikacyjne
- III. osiedla
- IV. parki
- V. zabudowa zwarta
- VI. parkingi, place, obiekty handlowe

W pierwszej części Katalogu przedstawiliśmy motywy działania, potencjał wdrażania zielono-niebieskiej infrastruktury w Bydgoszczy oraz zestaw możliwych rozwiązań wraz z ich wadami i zaletami. Drugą część skupia się na wybranych rozwiązaniach i przeznaczona jest dla planistów, urbanistów, architektów czy też pracowników wydziałów miasta i inwestorów, także indywidualnych.

Planuje się kolejne części, zawierające przykładowe wdrożenia i ich specyfikacje.

Promując te rozwiązania wierzymy, że edukacja zarówno jednostek odpowiedzialnych za planowanie przestrzenne, jak i mieszkańców czy inwestorów oraz podkreślenie wagi wspólnej odpowiedzialności za warunki życia w Bydgoszczy sprzyjać będzie powstawaniu takich przyjaznych i przynoszących szereg korzyści rozwiązań.

Urząd Miasta Bydgoszczy
ul. Jezuitska 1
85-102 Bydgoszcz
urząd@um.bydgoszcz.pl
www.bydgoszcz.pl

Miejskie Wodociągi i Kanalizacja
w Bydgoszczy – sp. z o.o.
ul. Toruńska 103
85-817 Bydgoszcz
www.mwik.bydgoszcz.pl

Ove Arup & Partners International Limited Sp. z o.o.
Oddział w Polsce
ul. Przybyszewskiego 56
30-128 Kraków
krakow@arup.com
www.arup.com



ARUP