



 **Kraków**

# MIKRORETENCJA

CZYLI  
DRUGIE ŻYCIE DESZCZÓWKI





# Kraków



Zarząd  
Infrastruktury Wodnej  
w Krakowie

# SPIS TREŚCI

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Mikroetencja – czyli drugie życie deszczówki</b> .....                                | <b>4</b>  |
| <b>Kluczowe techniki mikroretencji</b> .....                                             | <b>6</b>  |
| Ogrodowe i osiedlowe zbiorniki retencyjne .....                                          | 7         |
| Studnie chłonne .....                                                                    | 10        |
| Rowy chłonne .....                                                                       | 12        |
| Skrzynki i tunele rozsączające .....                                                     | 14        |
| Skrzynki korzeniowe .....                                                                | 16        |
| Muldy chłonne i niecki retencyjne .....                                                  | 18        |
| Przepuszczalne nawierzchnie .....                                                        | 20        |
| Korytka spływowe .....                                                                   | 24        |
| Zagłębienia terenowe z funkcją bioretencji .....                                         | 26        |
| Fontanny z retencją .....                                                                | 28        |
| <b>Zielona infrastruktura, czyli zielone,<br/>przyjazne środowisku rozwiązania</b> ..... | <b>30</b> |
| Zielone dachy .....                                                                      | 31        |
| Oczka wodne .....                                                                        | 36        |
| Ogrody deszczowe .....                                                                   | 38        |
| Stawy hydrofitowe .....                                                                  | 42        |
| Pasaże roślinne .....                                                                    | 45        |
| <b>Nowoczesne rozwiązania i automatyzacja</b> .....                                      | <b>48</b> |
| Systemy automatycznego rozprowadzania wody .....                                         | 49        |
| <b>Biomimetyka; rewolucja w magazynowaniu wody<br/>i zrównoważona inżynieria</b> .....   | <b>50</b> |



# MIKROETENCJA CZYLI DRUGIE ŻYCIE DESZCZÓWKI

Nowoczesna gospodarka wodami opadowymi nakazuje spojrzeć na dach budynku jak na prywatne źródło zasobów, a na uliczne kałuże – jak na szansę przetrwania w czasach suszy i powodzi. Mikroretencja wykracza poza technologię – to rewolucja w myśleniu, gdzie natura, architektura, inżynieria i codzienny rozsądek tworzą spójny sojusz. Funkcjonalność mikroretencji polega na zatrzymywaniu wód opadowych w miejscu ich powstawania, co ma za zadanie minimalizowanie odpływu powierzchniowego i ograniczenie przeciążenia systemów kanalizacyjnych.

Profesjonalne, kreatywne rozwiązania mikroretencji deszczówki obejmują zarówno proste, jak i zaawansowane systemy, dostosowane do miejskich oraz przydomowych warunków. Ten poradnik otwiera drzwi do świata, w którym każda kropla – zamiast ginać w kanałach – zaczyna służyć miejscu, w którym spadła.



Uwzględniając doświadczenia historyczne, dostrzegamy, że odpowiednie gospodarowanie wodami opadowymi jest zarówno sztuką, jak i wymagającym wyzwaniem dla urbanistów oraz architektów. Obfite opady mogą prowadzić nie tylko do podtopień, lecz także do powodzi. Woda, która bywa zagrożeniem, może stać się naszym sprzymierzeńcem.

W pierwszych latach XXI wieku w Chinach, po serii powodzi nawiedzających kraj, ówczesny prezydent stwierdził, że miasto powinno być jak gąbka. Do pilotażowego programu zgłoszono kilkanaście miast z różnych stref klimatycznych. Przeprowadzono tam badania dotyczące zmian klimatu – ogólnie pod kątem podtopień i powodzi, a szczegółowo także niedoborów wody czy upałów. Wykorzystując metody techniczne, inżynierskie oraz naturalne (nieinwazyjne), stworzono koncepcję „Miasto Gąbka”. Gąbka powinna wchłaniać i magazynować wodę, a następnie – po pewnym czasie – oddać ją. W praktyce oznacza to system środków gospodarujących wodą: retencję (wchłanianie), magazynowanie w urządzeniach naturalnych lub sztucznych oraz uwalnianie zasobów w optymalnym momencie np. w porze suchej lub podczas upałów. Rozwiązań jest wiele – od prostych, jak niezabudowane tereny czy

przepuszczalne nawierzchnie, przez techniczne (rowy, stawy, zbiorniki), po niekonwencjonalne np. zielone dachy, ściany czy torowiska. Granicę tych działań mogą wyznaczać jedynie wyobrażenia człowieka oraz ekonomia. Porównując koszty szkód spowodowanych ulewnymi deszczami i powodziami z kosztami wdrożenia rozwiązań retencyjnych w gospodarce wodnej, widzimy, że straty wynikające z ich braku są nieporównywalnie większe. Bilansując takie projekty, pamiętamy jednak, że są to inwestycje długoterminowe.

W rozumieniu ideologicznym mikroretencja to sztuka wsłuchiwanie się w rytm codziennych opadów – to odpowiedź współczesnych inżynierów i wizjonerów na pilne wyzwania miast i wsi, które muszą nauczyć się żyć w harmonii z wodą, a nie przeciwko niej. W świecie, gdzie każda kropla staje się cenna na równi z najważniejszymi surowcami, zaczynamy dostrzegać, że nasza przyszłość zależy nie od wielkich rzek i zapór, lecz od setek drobnych działań takich jak tworzenie m.in. ogrodów deszczowych, zielonych dachów, niecek przy chodnikach i zbiorników ukrytych pod domowym tarasem.

# KLUCZOWE TECHNIKI MIKRORETENCJI

Techniki mikroretencji obejmują zespół praktycznych rozwiązań pozwalających na skuteczne zatrzymanie i wykorzystanie wód opadowych w miejscu ich wystąpienia, co w efekcie przeciwdziała suszom i powodziom oraz podnosi efektywność gospodarowania zasobami wodnymi.





# OGRODOWE I OSIEDLOWE ZBIORNIKI RETENCYJNE

Ogrodowe i osiedlowe zbiorniki retencyjne to naziemne lub podziemne zbiorniki, oczka wodne, rabaty lub beczki zbierające wodę z dachów, rynien i utwardzonych powierzchni. Ich celem jest magazynowanie deszczówki w okresach obfitych opadów, co zmniejsza spływ powierzchniowy, chroni przed powodzią oraz pozwala na późniejsze wykorzystanie wody.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

- **Naziemne zbiorniki** to najprostszy wariant – łatwy w montażu pod rynnami lub w miejscach zbierania wody spływającej z powierzchni. Pozwalają na elastyczną lokalizację i szybką instalację. Dostępne są w zakresach od kilkudziesięciu litrów (małe, dekoracyjne dzbanki) do nawet 10 000 litrów dla obszerniejszych potrzeb firmowych.
- **Zbiorniki podziemne**, zarówno modułowe, jak i betonowe, przeznaczone są do magazynowania dużych ilości wody (od ok. 2 000 litrów). Mogą być łączone z automatycznymi systemami rozprowadzania i filtracji wody, co zwiększa efektywność ich działania. Konstrukcja zbiorników wykonana jest z materiałów odpornych na korozję i warunki atmosferyczne, takich jak stal ocynkowana, tworzywa sztuczne czy beton o wysokich parametrach wytrzymałościowych (np. beton stosowany w prefabrykatkach żelbetonowych). Przed montażem zbiornika konieczne jest odpowiednie przygotowanie podłoża. Powinno ono być równe, dobrze zagęszczone i nośne, co zapewnia stabilność konstrukcji oraz trwałość eksploatacji. Szczelność systemu zapewniana jest przez zastosowanie uszczelnień, takich jak geomembrana oraz wysokiej jakości uszczelki kauczukowe na styku prefabrykatów.



Zbiorniki modułowe często wyposażane są w grodzie dzielące przestrzeń do kontrolowania przepływu i zwiększenia funkcjonalności. System odprowadzania wody do zbiornika musi być wyposażony w filtry do zatrzymywania większych zanieczyszczeń np. liści i kamieni. Rury doprowadzające wodę powinny być ułożone poniżej strefy przemarzania (zwykle z minimalnym spadkiem 1%) lub zabezpieczone przed zamarzaniem, np. poprzez ułożenie ich wewnątrz budynków lub instalację przewodów grzewczych. Połączenia muszą być szczelne i zabezpieczone przed dostępem drobnych zwierząt. W przypadku bardziej rozbudowanych systemów, obejmujących elementy infiltrujące, konieczne jest przygotowanie dokumentacji projektowej uwzględniającej warunki gruntowe i przewidywany odpływ wód deszczowych.



## FUNKCJE I KORZYŚCI

Ogrodowe i osiedlowe zbiorniki retencyjne zbierają wodę z dachów, tarasów i powierzchni utwardzonych, pozwalając magazynować deszczówkę do późniejszego wykorzystania w celach:

- **Podlewania zieleni** – zgromadzona deszczówka idealnie nadaje się do nawadniania ogrodów, trawników czy miejskich skwerów, eliminując konieczność zużywania wody pitnej.
- **Mycia infrastruktury** – woda opadowa może służyć do mycia chodników, rowerów, pojazdów czy urządzeń technicznych na terenach osiedlowych.
- **Splukiwania toalet** – coraz częściej zbiorniki retencyjne są systemowo integrowane z instalacjami wodociągowymi w budynkach, co pozwala wykorzystywać deszczówkę do splukiwania toalet i istotnie zmniejsza zużycie wody z wodociągu.
- **Uzupełniania oczek wodnych, basenów, stawów** – woda z retencji sprawdza się przy uzupełnianiu hydrozbiorników dekoracyjnych lub rekreacyjnych.
- **Prac porządkowych** – może być wykorzystywana do sprzątania otoczenia budynku, np. mycia elewacji czy narzędzi ogrodowych.







NAZIEMNE I PODZIEMNE ZBIÓRNIKI RETENCYJNE



# STUDNIE CHŁONNE

**Studnie chłonne** to zaawansowane systemy podziemne, które odgrywają kluczową rolę w mikroretencji, umożliwiając skuteczne zagospodarowanie nadmiaru wód opadowych poprzez ich infiltrację bezpośrednio do gruntu. Dzięki temu odciążają one systemy kanalizacyjne oraz przyczyniają się do zasilania naturalnych warstw wodonośnych, wspierając lokalny obieg wody w środowisku.

## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA



Studnia chłonna jest zbiornikiem bez dna, wkopanym w grunt, wyposażonym w przekłuwane ścianki, które umożliwiają powolne przeciekanie zgromadzonej wody do otaczającego gruntu. Wewnątrz zbiornika znajdują się warstwy drenażu wykonane z żwiru, piasku i pospółki, które działają jak naturalny filtr oczyszczający wodę przed jej infiltracją, co zapobiega zamuleniu i zanieczyszczeniu warstw wodonośnych.

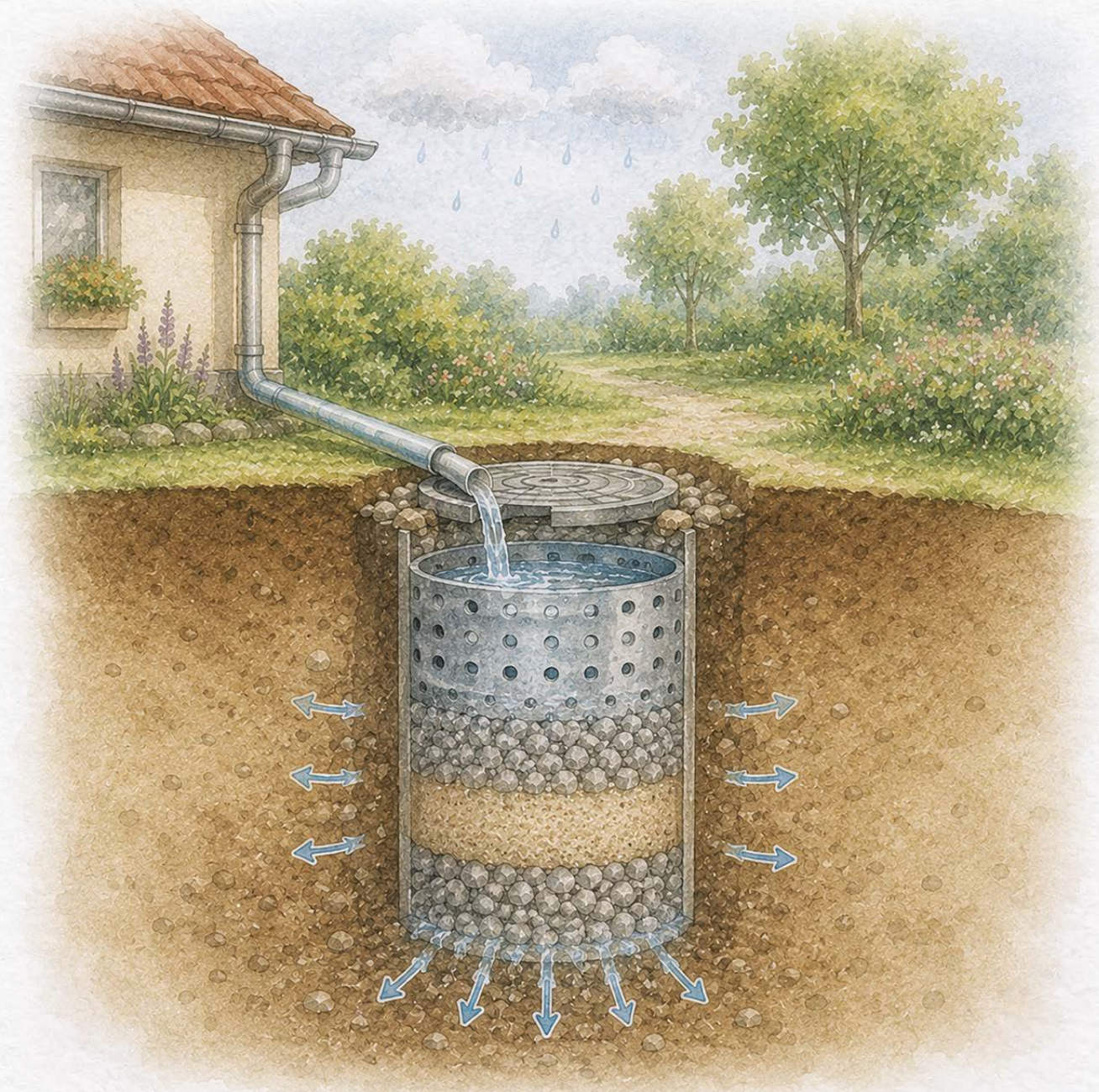
Woda z powierzchni np. z rynien dachowych, jest kierowana rurami do studni, gdzie jest przechwytywana, a następnie równomiernie rozsączana do gruntu. Skuteczność tego systemu zależy od przepuszczalności podłoża – im bardziej porowaty grunt, tym szybciej i efektywniej woda może w niego wnikać.

## FUNKCJE I KORZYSCI



- **Chroni przed powodzią** – zatrzymując nadmiar deszczówki, spowalnia spływ i zmniejsza obciążenie systemów kanalizacyjnych.
- **Wspiera zasoby wodne** – infiltrując wodę do gruntu, podnosi poziom wód gruntowych i łagodzi suszę.
- **Oczyszcza naturalnie** – warstwy drenażowe (żwir, piasek) filtrują zanieczyszczenia, chroniąc środowisko przed zamuleniem.
- **Wspiera ekonomię i ekologię** – redukując zużycie wody z sieci (np. do nawadniania), poprawia mikroklimat i kwalifikuje się do dotacji w programach typu „Mikroretencja.”





STUDNIA CHŁONNA



# ROWY CHŁONNE

**Rowy chłonne** to liniowe systemy, zazwyczaj instalowane równolegle do dróg lub chodników, gdzie zatrzymują wodę opadową, pozwalając jej częściowo wsiąkać w grunt. Dzięki temu zmniejszają ilość wód spływających po powierzchni, co przeciwdziała lokalnym podtopieniom i erozji terenu. Nadmiar wody, który nie zostanie wchłonięty, jest odpowiednio odprowadzany, zapewniając skuteczne zarządzanie wodami deszczowymi. Takie rozwiązania są nie tylko funkcjonalne, ale także wspierają naturalne procesy retencji i oczyszczania wód. Coraz częściej wykorzystywane są w nowoczesnych projektach urbanistycznych jako elementy zielonej infrastruktury, które integrują estetykę z ochroną środowiska, przyczyniając się do poprawy jakości życia mieszkańców.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Rowy chłonne osiągają wysoką skuteczność, gdy podłoże charakteryzuje się zdolnością wsiąkania co najmniej 10 mm na godzinę, a zwierciadło wód gruntowych oraz grunt rodzimy znajdują się na odpowiedniej głębokości. Zazwyczaj przyjmuje się, że woda opadowa powinna całkowicie wsiąkać w ciągu maksymalnie 72 godzin. Pod względem topograficznym, teren odwadniany powinien mieć łagodne nachylenie, a obszar zabudowy nie przekraczać 0,8 hektara. Rowy chłonne należy lokalizować minimum 45 metrów od punktów poboru wody pitnej, co ogranicza ryzyko jej zanieczyszczenia. Bezpieczna odległość od budynków powinna wynosić co najmniej 8 metrów.

Z punktu widzenia konstrukcji, dno rowu powinno znajdować się poniżej strefy przemarzania gruntu, aby umożliwić rozsączenie wody także w chłodniejszych okresach roku. Często konieczne jest wstępne oczyszczenie wody z zawiesiny, aby zapobiec zapychaniu i zamuleniu rowów. Każde rozwiązanie musi być indywidualnie dopasowane do warunków lokalnych oraz specyfiki konkretnej inwestycji.





## FUNKCJE I KORZYŚCI

- Zatrzymują wodę i powoli wpuszczają ją do gruntu, opóźniając odpływ oraz zmniejszając obciążenie kanalizacji.
- Redukują spływ powierzchniowy, zabezpieczając teren przed erozją, chroniąc przed powodzią.
- Oczyszczają wodę przez grunt i roślinność, usuwając zanieczyszczenia i poprawiając jej jakość.
- Wzmacniają bioróżnorodność, mikroklimat i estetykę miast jako element zielonej infrastruktury.





# SKRZYNKI I TUNELE ROZSĄCZAJĄCE

**Skrzynki i tunele rozsączające** to modułarne elementy instalowane pod ziemią, które pozwalają wodzie rozlewać się na większej powierzchni, zwiększając efektywność jej przenikania do gruntu. Są one często używane tam, gdzie brak jest miejsca na większe zbiorniki, a teren wymaga równomiernego rozprowadzenia wody i stosownego odprowadzenia jej nadmiaru.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Skrzynki to modułowe, plastikowe prostopadłościany (zazwyczaj z polipropylenu) bez dna, z ażurową ramą i pionowymi kolumnami nośnymi. Owija się je geowłókniną, która zapobiega zamulaniu gruntu. Łączy się je w większe układy – pionowo (piętrowo) lub poziomo. Woda deszczowa z dachów trafia przez rury do osadnika, który zatrzymuje piach i liście, a następnie trafia do skrzynek. Tam rozkłada się równomiernie i powoli przesiąka do gruntu przez ściany. Nadmiar wody odpływa dalej.

Tunele rozsączające mają perforowane ścianki i niezabudowane dno co umożliwia równomierne rozprowadzanie wody. Moduły, z których są zbudowane – łączą się w dłuższe linie, często równoległe na tym samym poziomie.

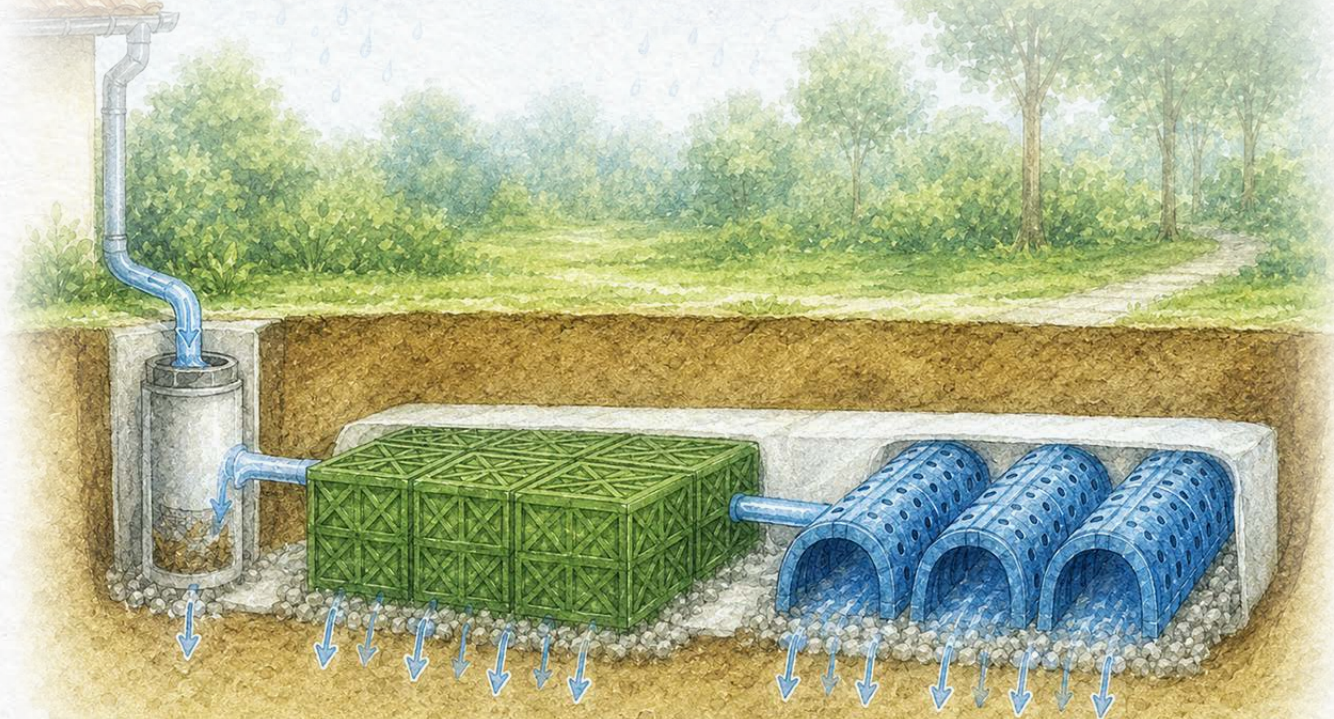
Instalacja wymaga wykopu, którego wielkość i głębokość zależą od przewidywanego obciążenia (np. ruch pojazdów). Podłoże wykopu musi być wypoziomowane i wyrównane warstwą żwiru. Elementy rozsączające ułożone są na przygotowanym podłożu i połączone ze sobą w jednej lub kilku równoległych liniach. Całość należy owinąć geowłókniną z zakładem min. 30 cm na stykach – zapobiega to mieszaniu gruntu z warstwą drenażową i chroni przed zanieczyszczeniami. Następnie całość należy zasypać tłuczniem i warstwą gruntu rodzimego, zagęszczając bez pustek. Jeśli nad tunelami przebiega droga lub miejsce o dużym obciążeniu, należy dodać geokraty do rozłożenia sił.





## FUNKCJE I KORZYSCI

- Odciążają kanalizację: zatrzymują wodę opadową na miejscu, umożliwiając jej infiltrację i zmniejszając spływ powierzchniowy oraz przeciążenia systemów.
- Zasilają wody gruntowe przez naturalne nawadnianie ekosystemu, zapobiegając degradacji zasobów wodnych i wspierając lokalny obieg wody.
- Idealne na małe powierzchnie z przepuszczalnym gruntem; stabilne pod ruchem pojazdów, z opcją łatwego powiększania.
- Obsługują deszczówkę i oczyszczone ścieki; poprawiają glebę, sprzyjając bujnej roślinności i lepszemu mikroklimatowi.





# SKRZYNKI KORZENIOWE

**Skrzynki korzeniowe** pozwalają na sadzenie roślin, zwłaszcza drzew, nawet w gęsto zabudowanych przestrzeniach miejskich, gdzie tradycyjna gleba jest ograniczona lub niedostępna. Dzięki obecności drzew tworzy się naturalna osłona, która skutecznie redukuje hałas oraz ogranicza ilość pyłów unoszących się w powietrzu, a także dostarcza cienia, co znacząco poprawia komfort i jakość życia mieszkańców. Zmagazynowana w skrzynkach woda opadowa stanowi ważne źródło nawilżenia dla roślin, wspierając zdrowy wzrost drzew i utrzymując je w dobrej kondycji przez długie lata.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Skrzynki korzeniowe wyróżniają się całkowicie otwartą konstrukcją, która umożliwia szybkie wchłanianie wody przez system korzeniowy. Gdy znajdują się zbyt blisko budynków, konieczne jest zastosowanie uszczelnienia z geomembrany, a nadmiar wody odprowadza się do kanalizacji za pomocą rury drenarskiej. Optymalnym wypełnieniem wewnątrz skrzynki jest mieszanka kamienno-glebowa, często z dodatkiem keramzytu, co tworzy korzystne warunki powietrzno-wodne dla rozwoju systemu korzeniowego drzew.

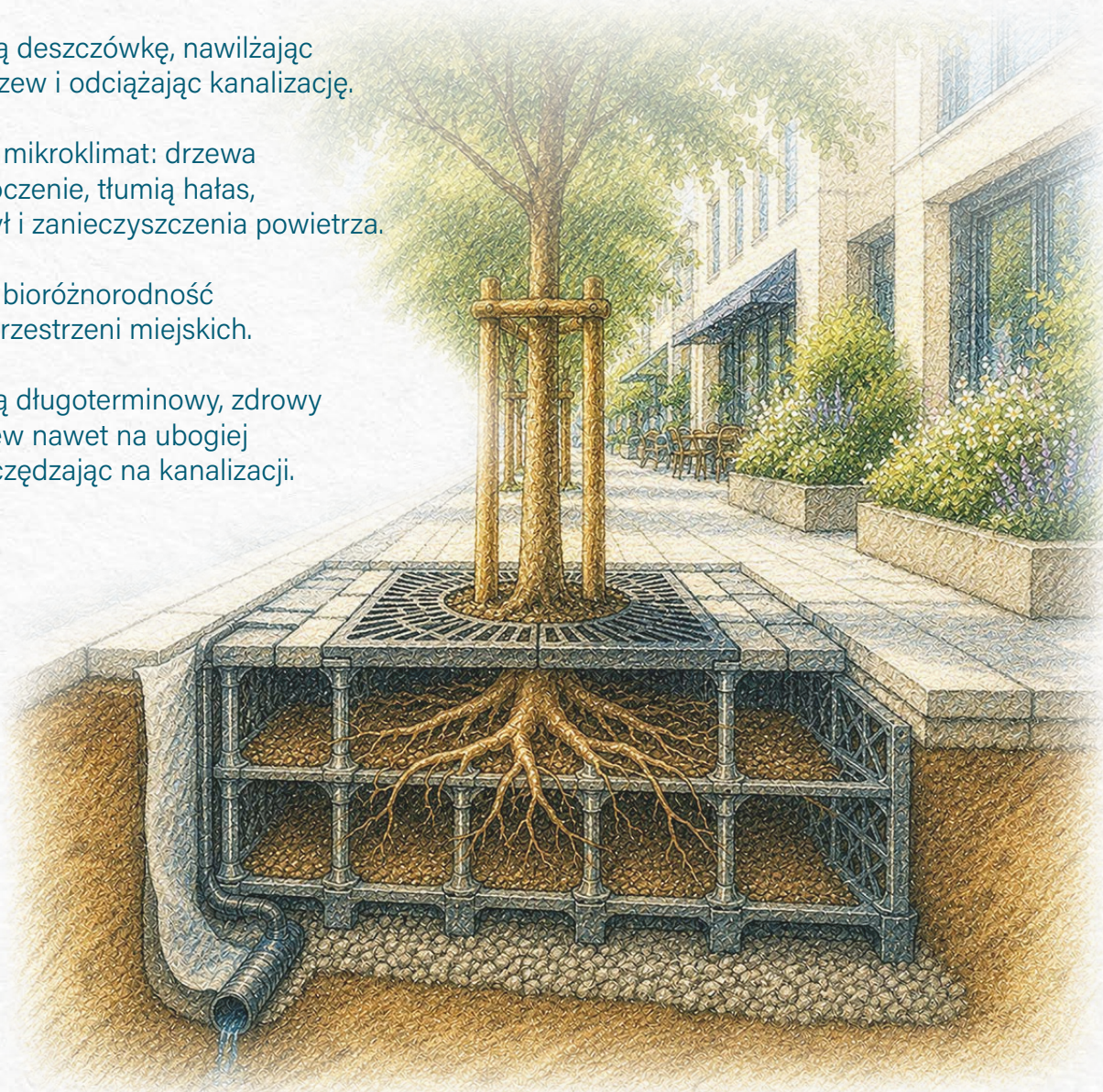
Standardowe wymiary jednej skrzynki to: wysokość 400 mm, szerokość 600 mm i długość 1200 mm. Systemy projektuje się dla terenów o spadku nie większym niż 5%, a kluczowym etapem jest przygotowanie wyrównanej i odpowiednio zagęszczonej podbudowy nośnej, która zapewni stabilność i poprawne połączenie skrzynek. Ważne jest także dobranie rozmiarów otworów, tak aby umożliwić rozwój korzeni strukturalnych drzew nawet przez kilka dekad, oraz uwzględnienie klasy obciążenia dostosowanej do terenu, kompletnej dokumentacji projektowej i pozwoleń zgodnie z przepisami prawa wodnego, budowlanego i ochrony środowiska.





## FUNKCJE I KORZYSCI

- Magazynują deszczówkę, nawilżając korzenie drzew i odciążając kanalizację.
- Poprawiają mikroklimat: drzewa chłodzą otoczenie, tłumią hałas, redukują pył i zanieczyszczenia powietrza.
- Zwiększają bioróżnorodność i estetykę przestrzeni miejskich.
- Umożliwiają długoterminowy, zdrowy rozwój drzew nawet na ubogiej glebie, oszczędzając na kanalizacji.





# MULDY CHŁONNE I NIECKI RETENCYJNE

**Muldy chłonne i niecki retencyjne** to proste zagłębienia w ziemi, które zbierają deszczówkę i pozwalają jej powoli wsiąkać w glebę.

Muldy chłonne to małe, trawiaste dołki lub rowki. Zatrzymują wodę deszczową, spowalniają jej spływ i pomagają jej naturalnie przenikać do ziemi lub odparowywać. Często obsadzone roślinami, które oczyszczają wodę i stabilizują grunt.

## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA



Skuteczność muldy chłonnej jest wyższa na terenach o dobrze przepuszczalnym podłożu; w przypadku słabej infiltracji instaluje się pod dnem przekłuwaną rurę odciążającą. Muldy nie sprawdzają się na obszarach płaskich, o nachyleniu większym niż 5% lub z wysokim poziomem wód gruntowych, stosuje się je do powierzchni do 4 ha, z odległością min. 8 m od zabudowań; na spadkach większych niż 5% stosuje się kaskadowy układ, a na dużych spływach – obejścia o dużej przepustowości. Aby spowolnić przepływ, używa się przegród jak płotki czy nasypy z kamieni, a stabilizację zapewnia darń, bruk lub geomat; przed realizacją wymagana jest dokumentacja i sprawdzenie wymaganych pozwoleń. Niecki retencyjne działają podobnie, chociaż proces odbywa się na większych głębokościach i oczyszczanie odbywa się przy wsparciu roślin wodnobiennych.

## FUNKCJE I KORZYSCI



- Zatrzymują deszczówkę na miejscu, spowalniając jej spływ i umożliwiając naturalne wsiąkanie do gruntu – co zmniejsza ryzyko podtopień.
- Roślinność i gleba filtrują zanieczyszczenia, poprawiając jakość wody opadowej.
- Tworzą atrakcyjne zielone przestrzenie, wspierając owady, ptaki i mikroklimat poprzez chłodzenie otoczenia.
- Dają oszczędności finansowe: obniżają opłaty za odprowadzanie wody, odciążają kanalizację i zasilają wody podziemne.







# PRZEPUSZCZALNE NAWIERZCHNIE

Nawierzchnie przepuszczalne to rozwiązania, które pozwalają na swobodne wsiąkanie wody deszczowej bezpośrednio do gleby, zamiast jej szybkiego spływu po powierzchni. Przykłady takich powierzchni to płyty ażurowe, specjalnie zaprojektowane nawierzchnie mineralne oraz tereny porośnięte trawą (trawniki), które charakteryzują się strukturą umożliwiającą przenikanie wody. Dzięki temu ograniczają one ryzyko powodzi i lokalnych podtopień, przeciwdziałają erozji gleby oraz wspomagają naturalne procesy oczyszczania wody. Takie rozwiązania są szczególnie cenne w przestrzeniach miejskich, gdzie powierzchnie utwardzone dominują nad terenami zielonymi.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Budowa zaczyna się od przygotowania podbudowy z przepuszczalnego kruszywa, takiego jak żwir i piasek. Ta warstwa zapewnia nośność i umożliwia infiltrację wody do gruntu rodzimego. Spadek terenu utrzymuje się na poziomie do 5%. Następnie stosuje się nawierzchnie przepuszczalne: beton porowaty, kostkę brukową z szerokimi fugami, geokraty wypełnione kruszywem lub trawą. Warstwy oddziela się geowłókniną, aby zapobiec ich mieszanii. Ważne jest wstępne oczyszczanie wody, na przykład za pomocą filtrów. Rozmiar i wytrzymałość dostosowuje się do przeznaczenia – chodniki wymagają lżejszych rozwiązań, parkingi mocniejszych.





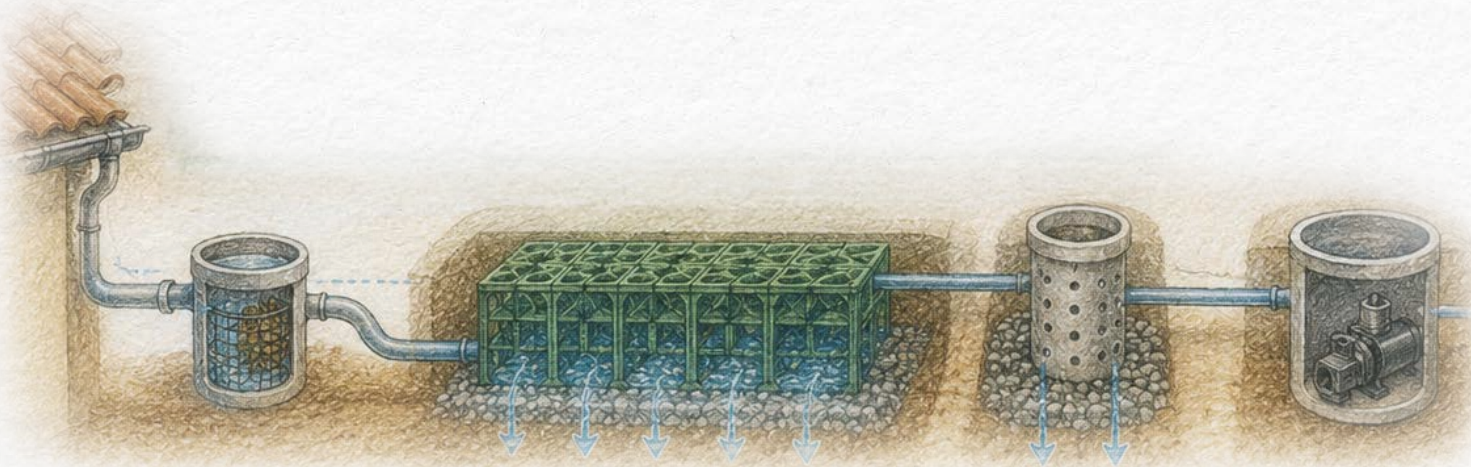
PRZEPUSZCZALNE NAWIERZCHNIE





## FUNKCJE I KORZYŚCI

- Umożliwiają szybkie wsiąkanie deszczówki do gruntu, zmniejszając spływ powierzchniowy i obciążenie kanalizacji, co ogranicza awarie i chroni środowisko.
- Redukują ryzyko podtopień i erozji gleby, stabilizując teren w miastach.
- Naturalnie filtrują zanieczyszczenia przez warstwy podłoża, zasilając wody gruntowe i łagodząc skutki suszy.
- Poprawiają mikroklimat (obniżają temperaturę, zwiększają wilgotność), wspierają bioróżnorodność i upiększają przestrzeń.
- Redukują zużycie wody pitnej, wykorzystując naturalną wodę opadową.
- Poprawiają kondycję roślin dzięki regularnemu i kontrolowanemu nawadnianiu.
- Umożliwiają integrację z systemami inteligentnego zarządzania wodą w przestrzeniach miejskich i prywatnych ogrodach.







## PRZYKŁADOWE ELEMENTY SYSTEMU

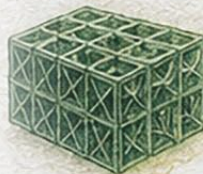
- Kanały i rury odprowadzające wodę ze zbiorników i powierzchni utwardzonych.



- Filtry oczyszczające wodę przed dalszym wykorzystaniem lub infiltracją.



- Skrzynki rozsączające i studnie chłonne umożliwiające infiltrację wody do gruntu.



- Automatyczne zawory i pompy do nawadniania.



- Czujniki wilgotności i sterowniki regulujące nawadnianie zgodnie z potrzebami roślin i aktualnymi warunkami.





# KORYTKA SPŁYWOWE

**Korytka spływowe** to praktyczne i proste w użytkowaniu rozwiązanie służące do odprowadzania wód opadowych z małych dróg wewnętrznych czy podjazdów. Są łatwe do utrzymania w czystości, nie wymagają skomplikowanej obsługi, co obniża koszty eksploatacji. Umożliwiają kreatywne zagospodarowanie przestrzeni, łącząc się z elementami zieleni lub naturalnymi dekoracjami, tworząc estetyczne systemy odwodnienia wpisujące się w aranżacje krajobrazowe. Eliminują potrzebę rozbudowanych kanalizacji, będąc ekologicznym wyborem dla małych i średnich obszarów zabudowy.

## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA



Korytka spływowe wykonuje się w podłożu rodzimym lub nasypowym, z prefabrykatów, klinkieru lub bruku kamiennego, ukształtowane ze spadkami wzdłużnymi i poprzecznymi (min. 0,2% nachylenia dna); pojemność retencyjna wpływa na dobór spadków. Płyty nieprzepuszczalne układa się poniżej poziomu odwadnianej powierzchni, ze spoinami max. 10 mm wypełnionymi piaskiem lub zaprawą cementowo-piaskową; podbudowa musi być wytrzymała na obciążenia pojazdów, z zaokrągleniem różnym od promienia kół samochodowych dla komfortu. Zasada działania opiera się na grawitacyjnym kierowaniu wody do retencji; projekt dostosowuje się indywidualnie do warunków lokalnych.

## FUNKCJE I KORZYSCI



- Przechwytyją deszczówkę i kierują ją do retencji, zapobiegając zalewaniu podjazdów i dróg.
- Redukują koszty eksploatacji dzięki łatwemu czyszczeniu i prostej obsłudze.
- Umożliwiają kreatywne projekty z zielenią, poprawiając estetykę przestrzeni.
- Zastępują drogie kanalizacje, wspierając zrównoważone odwodnienie małych terenów.







# ZAGŁĘBIENIA TERENOWE Z FUNKCJĄ BIORETENCJI

**Zagłębienia terenowe z funkcją bioretencji** to obniżone w stosunku do poziomu drogi zagłębienia terenu, obsadzone rodzimymi gatunkami roślin, pełniące rolę naturalnych zbiorników retencyjnych. Zatrzymują nadmiar wody opadowej spływającej z powierzchni, jednocześnie oczyszczając ją z zanieczyszczeń. Działają jak małe ekosystemy, zmniejszając ryzyko powodzi i erozji, poprawiając jakość wody przed dopływem do cieków lub kanalizacji, a także wspierając bioróżnorodność poprzez sprzyjanie owadom i drobnym zwierzętom.

## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA



Lokalne zagłębienia bioretencyjne umożliwiają szybkie wsiąkanie wody (optymalnie do 2 dni), by uniknąć procesów gnilnych i komarów; nachylenie terenu 2-5% zapewnia skuteczne zatrzymanie spływu bez erozji. Odpływ odbywa się przez obniżone krawężniki, a na piaszczystych podłożach stosuje się osadnik przeciw zamuleniu. Warstwy obejmują glebę modyfikowaną (z gliną adsorpcyjną), ściótkę organiczną (min. 5 cm) i roślinność wspomagającą ewapotranspirację oraz filtrację.

## FUNKCJE I KORZYSCI



- Zatrzymują wodę opadową, spowalniając jej spływ i umożliwiając naturalne wsiąkanie do gruntu.
- Oczyszczają wodę: rośliny, gleba i mikroorganizmy usuwają zanieczyszczenia, takie jak metale ciężkie, osady czy substancje organiczne.
- Poprawiają mikroklimat, zwiększają bioróżnorodność i upiększają krajobraz.
- Chronią przed powodzią: odciążają kanalizację, redukują erozję i ryzyko podtopień.





ZAGŁĘBIENIA TERENOWE Z FUNKCJĄ BIORETENCJI



# FONTANNY Z RETENCJĄ

**Fontanny z retencją** pełnią nie tylko funkcję estetyczną, lecz także praktyczną w systemie gospodarowania wodami opadowymi. Gromadząc i powolnie oddając wodę, zwiększają wilgotność powietrza, ochładzają otoczenie (szczególnie w upały), ożywiają przestrzeń publiczną jako miejsca spotkań i relaksu. Szum wody działa kojąco, przyciąga mieszkańców i podnosi atrakcyjność terenów rekreacyjnych, łącząc funkcje użytkowe, estetyczne i ekologiczne.

## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA



Fontanny buduje się na płaskich terenach o dobrych warunkach geotechnicznych i hydrologicznych, często w przestrzeniach publicznych; kształt (misa, kaskady, integracja ze schodami) jest elastyczny. Kluczowe elementy to zbiornik retencyjny (pojemność czynna dostosowana do opadów), system pomp do cyrkulacji, komora techniczna z filtrami/uzdatniaczami, opcjonalna studnia wodomierzowa. Zasada działania: woda opadowa napełnia zbiornik, pompy recyrkulują ją w obiegu zamkniętym, umożliwiając retencję i stopniowe uwolnienie.

## FUNKCJE I KORZYSCI



- Magazynują deszczówkę, odciążając kanalizację i zapobiegając podtopieniom.
- Zwiększają wilgotność powietrza, chłodzą otoczenie i je napowietrzają.
- Ożywiają przestrzeń, sprzyjając relaksowi, integracji społecznej i wydarzeniom kulturalnym.
- Minimalizują zużycie wody (poprzez obieg zamknięty), obniżają koszty i wspierają zrównoważony rozwój.







# ZIELONA INFRASTRUKTURA, CZYLI ZIELONE, PRZYJAZNE ŚRODOWISKU ROZWIĄZANIA



# ZIELONE DACHY

Zielone dachy – warstwa roślinności na dachach obiektów, spowalniająca odpływ wód opadowych i wspomagająca ich wykorzystanie przez rośliny. To nowoczesne i efektywne rozwiązanie mikroretencyjne, polegające na pokryciu dachów warstwą roślinności i odpowiednio zaprojektowanym substratem, które pełnią funkcję naturalnego zbiornika retencyjnego dla wód opadowych. Taka warstwa nie tylko spowalnia odpływ wody deszczowej, lecz także umożliwia jej wykorzystanie przez rośliny i stopniowe odparowanie, co znacząco wpływa na poprawę bilansu wodnego i mikroklimatu w otoczeniu budynku. Efektywność zatrzymywania wód opadowych zależy także od sezonowości opadów i rodzaju roślinności zastosowanej na zielonych dachach.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

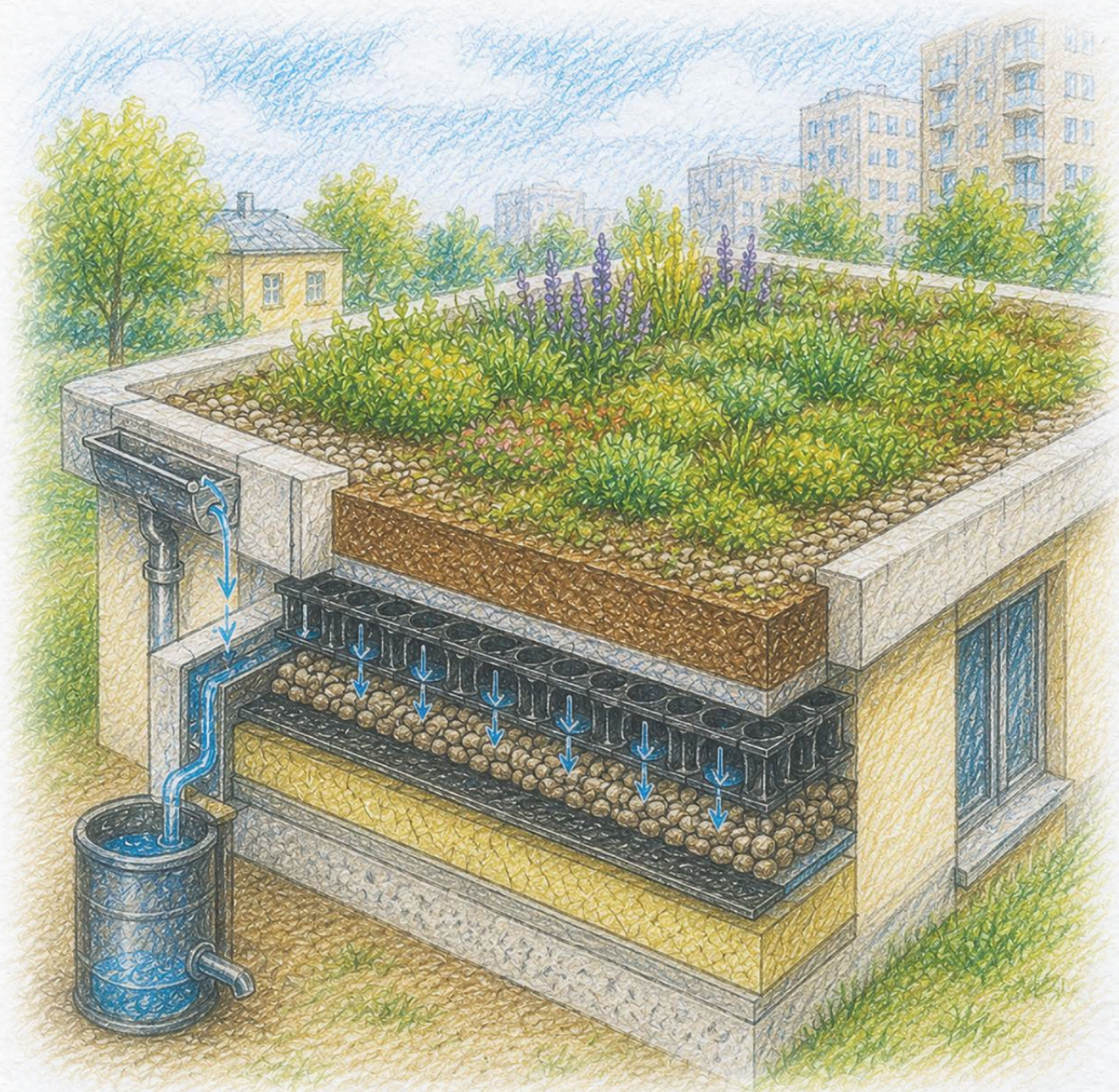
Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów opierają się na kilku podstawowych wymaganiach, które zapewniają ich trwałość, bezpieczeństwo oraz poprawną funkcję:

- Konstrukcja musi być zabezpieczona hydroizolacją odporną na przerastanie korzeni roślin. Stosuje się jednowarstwowe folie lub membrany z tworzyw sztucznych albo dwuwarstwowe pokrycia z bitumów. Warstwa ta powinna mieć odpowiednią grubość i zbrojenie np. z włókniiny poliestrowej, a także dodatkowe zabezpieczenia, takie jak środki chemiczne lub wkładki z folii miedzianej przeciwko korzeniom. Liczbę połączeń i elementów przenikających dach stara się minimalizować, ograniczając je do jednego lub kilku miejsc, aby ułatwić konserwację i ograniczyć ryzyko przecieków.



- Dachu zielone muszą być zabezpieczone również pod względem przeciwpożarowym i odporności na promieniowanie cieplne. Dachu intensywne, z grubszą warstwą substratu i stałą pielęgnacją, traktuje się jako trudnopalne, natomiast dachu ekstensywne często wymagają dodatkowych zabezpieczeń, takich jak pasy lub opaski żwirowe wokół otworów i przylegających elementów. W projektowaniu uwzględnia się także izolację termiczną i wilgotnościową – warstwy dachu zielonego nie są brane wprost do obliczeń z wartością cieplną, muszą jednak zachować właściwy balans wilgotności.
- Warstwy roślinne należy zabezpieczyć przed oderwaniem przez siły ssące wiatru. W centralnych częściach dachu wystarcza odpowiednia grubość i masa warstwy substratu, a na krawędziach oraz w narożnikach stosuje się dodatkowe obciążenie, np. żwir lub płyty betonowe, zgodnie z zaleceniami norm. Najczęściej optymalny kąt nachylenia dachu zielonego mieści się w zakresie 1-5°. Dachu intensywne mogą być projektowane praktycznie bez spadku, natomiast przy nachyleniach powyżej 20° konieczne są dodatkowe rozwiązania antyerozyjne i konstrukcyjne.
- Układ warstw typowego zielonego dachu składa się z: warstwy nośnej, hydroizolacji i izolacji przeciwwilgociowej, warstwy ochronnej, drenażowej, filtracyjnej, substratu roślinnego oraz pokrywy roślinnej. Takie ułożenie zapewnia skuteczną retencję wody, jej filtrację oraz warunki do trwałego rozwoju roślin. Projektowanie zielonych dachów powinno uwzględniać m.in. lokalne warunki klimatyczne, konstrukcję budynku oraz sposób użytkowania dachu, aby zapewnić długotrwałe spełnianie wymogów funkcjonalnych i bezpieczeństwa.









## FUNKCJE I KORZYŚCI

- **Retencjonują wodę opadową** – zielony dach może zatrzymać od 40% do nawet 100% opadów w zależności od grubości i charakterystyki warstwy roślinnej oraz substratu, co znacząco odciąża systemy kanalizacji w miastach i zapobiega lokalnym podtopieniom.
- **Zasilają roślinność** – gromadzona woda jest naturalnie wykorzystana przez rośliny na dachu, które dzięki temu lepiej się rozwijają i wspomagają oczyszczanie powietrza oraz tworzą przyjazne środowisko dla dzikiej fauny, w tym owadów i ptaków.
- **Poprawiają mikroklimat** – poprzez parowanie zgromadzonej wody dach zielony działa jak naturalny klimatyzator, schładzając powietrze wokół budynku, zmniejszając efekt miejskiej wyspy ciepła oraz poprawiając komfort życia mieszkańców.
- **Izolują termicznie i akustycznie** – warstwa roślinna i substrat poprawia izolację budynku, co przekłada się na mniejsze koszty ogrzewania zimą i klimatyzacji latem, a także redukcję hałasu z zewnątrz.
- **Poprawiają estetykę przestrzeni** – dachy zielone, szczególnie systemy intensywne, mogą stanowić atrakcyjne i funkcjonalne ogrody na dachu, służące mieszkańcom jako przestrzeń do wypoczynku.

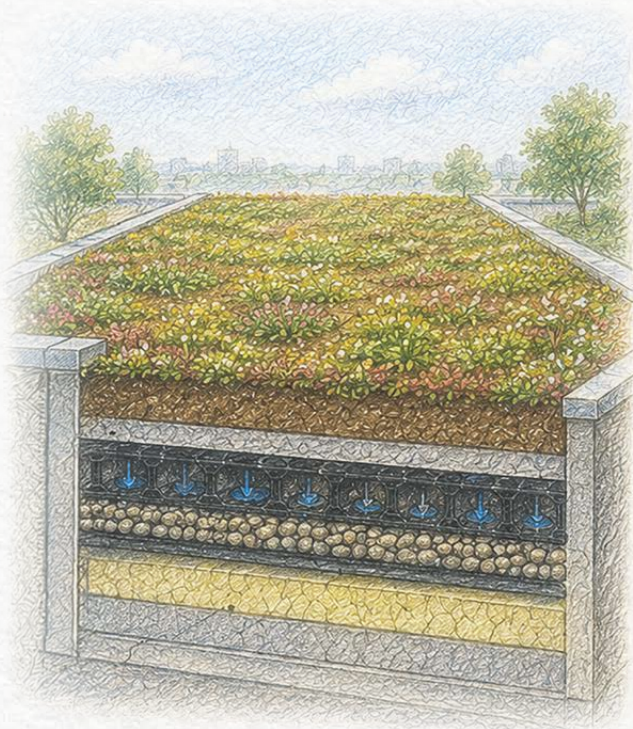


Nowoczesne dachy zielone to systemy wielowarstwowe, które oprócz warstwy roślinnej i podłoża zawierają elementy drenażowe i retencyjne, takie jak maty retencyjno-drenażowe czy warstwy z kruszywa mineralnego, które magazynują wodę i stopniowo ją uwalniają.

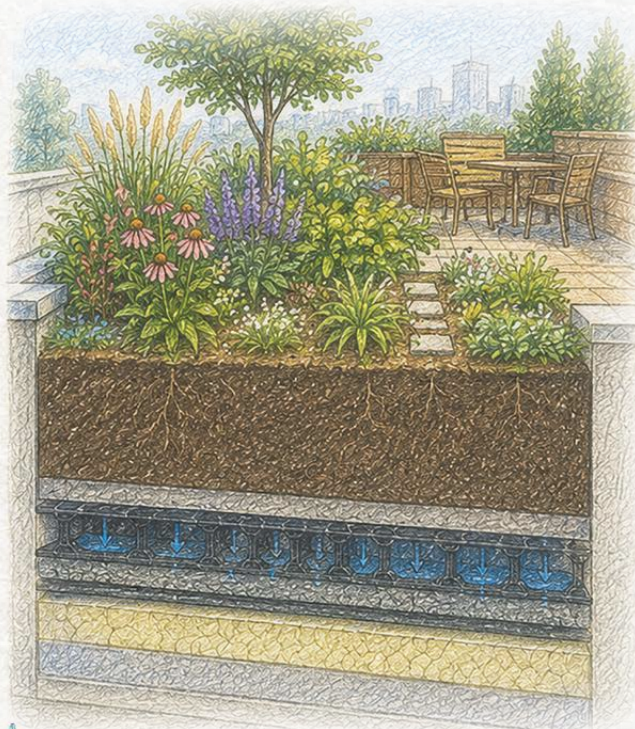


## TYPY ZIELONYCH DACHÓW

**Dachy ekstensywne** - o cienkiej warstwie substratu i niskich wymaganiach pielęgnacyjnych, zatrzymują mniej wody, ale są łatwe i lekkie w wykonaniu.



**Dachy intensywne** - o grubszym podłożu, dają możliwość sadzenia większej różnorodności roślin, gromadzą więcej wody i mogą pełnić funkcję ogrodów użytkowych.





# OCZKA WODNE

**Oczka wodne** to proste, ale bardzo efektywne rozwiązania małej retencji, które wykorzystują naturalne ukształtowanie terenu do gromadzenia i stopniowego wsiąkania wód opadowych. Często zastępują klasyczne, „zakopane” zbiorniki, jednocześnie poprawiając estetykę przestrzeni zielonej. Łączą funkcje retencyjne (magazynowanie wody) z estetycznymi – zasilane wodą z dachów lub utwardzonych nawierzchni, obsadzone roślinnością wodno-bagienną (np. irys, nerecznica).



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Oczko wodne sytuuje się zwykle na niewielkim spadku lub w miejscu, gdzie istnieje możliwość gromadzenia się wody – deszczówka (np. z dachu, chodnika, dróżki). W ogrodzie najczęściej wybiera się kształty nieregularne, naturalne o powierzchni kilkudziesięciu metrów kwadratowych (np. 20-100 m<sup>2</sup>) i głębokości do ok. 1 m, z uwzględnieniem lokalnych warunków podłoża i poziomu wody gruntowej. Dół misy zbiornika wykłada się podkładem (geowłókniną) i folią zabezpieczającą przed przeciekami (EPDM lub PCV). W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach oczko może być zbudowane z betonu, murowane lub z gotowej formy/plastikowej, zależnie od celu (dekoracyjny, rekreacyjny, mała retencja deszczówki). Na dnie i brzegach stosuje się kamienie, żwir i/lub roślinność – kamienie stabilizują brzegi i dno, a żwir poprawia filtrację i wygląda naturalnie. Do oczka doprowadza się wodę (np. z dachu lub z sąsiedniego terenu) oraz ewentualnie instaluje się pompę lub mały filtr, aby zachować czystość wody i zapewnić jej cyrkulację.







## FUNKCJE I KORZYŚCI

- Chronią zasoby wodne, wspierają oczyszczanie wód i zwiększają bioróżnorodność – tworzą siedliska dla owadów, ptaków i płazów.
- Estetycznie uatrakcyjniają przestrzeń zieleni miejskiej, parków, ogrodów przydomowych oraz osiedli.
- Redukują ryzyko podtopień i są dobrym narzędziem edukacji ekologicznej.
- Charakteryzują się niskimi kosztami utrzymania, ponieważ nie wymagają pomp ani zasilania energią.





# OGRODY DESZCZOWE

**Ogrody deszczowe** to specjalnie zaprojektowane zagłębienia w gruncie obsadzone roślinami hydrofitowymi, które magazynują, filtrują i stopniowo uwalniają wodę do gleby. Są cennym elementem zwiększającym bioróżnorodność i estetykę przestrzeni publicznych. Ogrody deszczowe można aranżować zarówno bezpośrednio w gruncie, jak i w specjalnych pojemnikach czy konstrukcjach na dachach i tarasach. Pokrewnym rozwiązaniem, zbliżonym do ogrodu deszczowego jest ogród infiltracyjny tzw. suchy ogród deszczowy. Jest to rodzaj ogrodu deszczowego przeznaczony do lokalizacji na terenach o dobrej przepuszczalności gleby, gdzie woda deszczowa szybko wnika w głąb ziemi i jest tam zatrzymywana. Woda pojawia się w takim ogrodzie przede wszystkim po opadach w niecce ogrodu, a w pozostałych okresach powierzchnia pozostaje sucha, stąd ich nazwa.



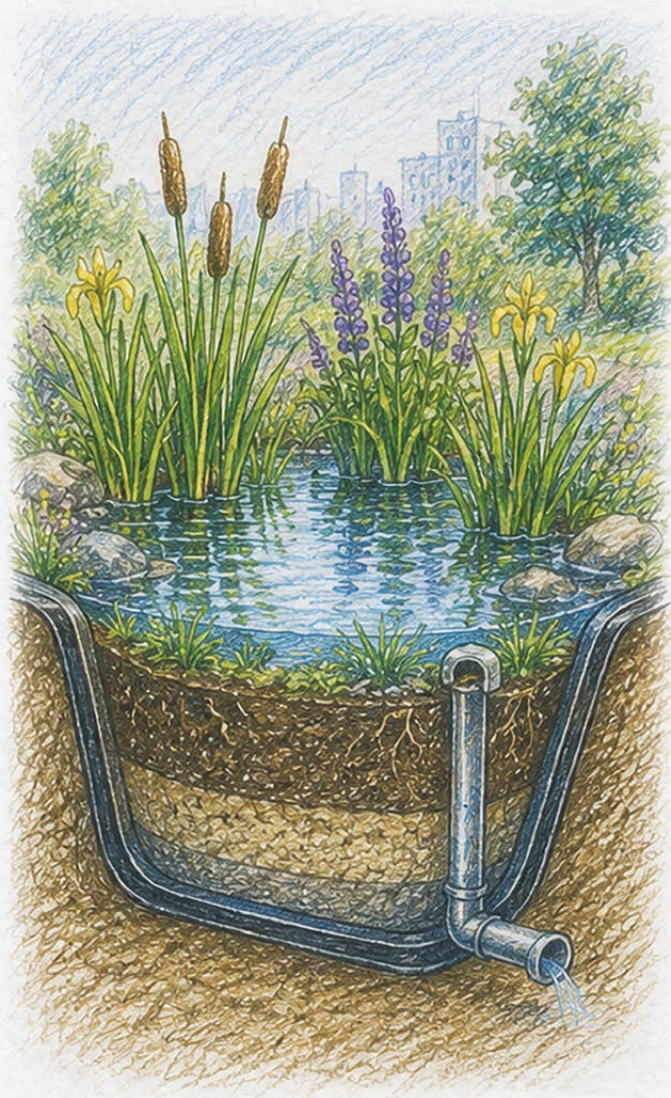
## RODZAJE OGRODÓW DESZCZOWYCH I ICH BUDOWA:

**Ogród deszczowy suchy** powinien być zakładany z dala od budynku, najlepiej w najniższym punkcie działki, przynajmniej 5 metrów od fundamentów, by nie powodował zawilgocenia. Posiada budowę warstwową – zwykle składa się z warstwy drenującej (np. żwir, tłuczeń), warstwy filtracyjnej (piasek) i warstwy wegetacyjnej z dobrym podłożem. Ogród ten zatrzymuje wodę w glebie, gdzie jest dostępna dla roślin, a jej nadmiar infiltruje do głębszych warstw. W ogrodzie suchym stosuje się rośliny odporne na okresową suchość, które dobrze radzą sobie z zalewaniem po opadach, takie jak turzyce, kosańce, krwawnica pospolita czy trwałe byliny.





**Ogród deszczowy mokry** to typ ogrodu specjalnie zaprojektowany do zatrzymywania i magazynowania wody deszczowej na terenach o słabej przepuszczalności gleby, takich jak gleby gliniaste. Może być zakładany na działkach o glebach nieprzepuszczalnych oraz w przestrzeniach miejskich, a także w formie oczka wodnego na mniejszych powierzchniach. Charakteryzuje się szczelnym dnem wyłożonym folią PCV, które zapobiega szybkiemu wsiąkaniu wody w głąb gruntu. Woda jest tam okresowo zatrzymywana, dzięki czemu rośliny wymagające dużej wilgotności mogą w takim ogrodzie dobrze rosnąć. Na folię układa się kolejno warstwę filtracyjną z gruboziarnistego piasku (20-30 cm) oraz warstwę wegetacyjną z dobrej jakości ziemi (około 20-30 cm). Warstwa piasku pomaga oczyścić wodę i umożliwia jej powolne przesiąkanie do podłoża. Mokry ogród deszczowy musi mieć przelew awaryjny, który pozwala odprowadzać nadmiar wody do systemów kanalizacyjnych lub drenażowych, aby zapobiec zalaniu terenu wokół. Rośliny dobiera się tak, aby tolerowały okresowe zalewanie i wilgotne warunki. Przed sadzeniem gleba powinna być równomiernie ubita, a rośliny sadi się dość gęsto, około 10-15% więcej niż zwykle. Po posadzeniu rośliny intensywnie się podlewa i uzupełnia ewentualne wgłębienia w glebie.



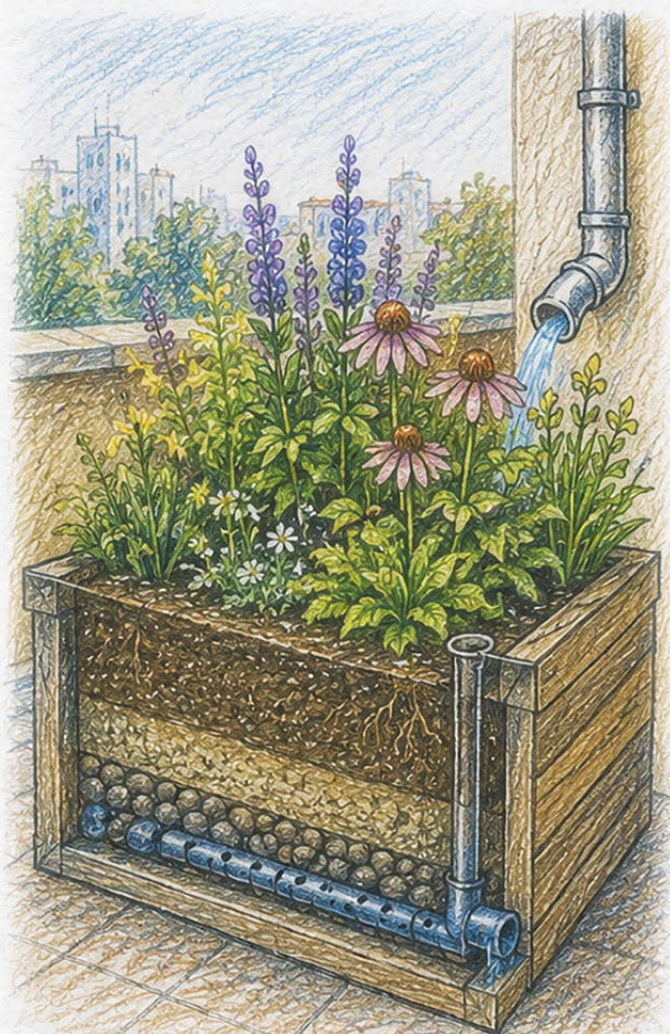


## Ogród deszczowy w pojemniku

To ekologiczne rozwiązanie, które pozwala na zatrzymywanie i wykorzystanie wody deszczowej na małych przestrzeniach jak tarasy, balkony czy płaskie dachy. Działa on jako mini-ekosystem, gdzie woda zbierana jest z rur spustowych i rynien, magazynowana w specjalnie przygotowanym pojemniku z warstwami filtracyjnymi i glebą, a następnie stopniowo wykorzystana przez rośliny.

Do budowy ogrodu deszczowego w pojemniku obiera się trwały pojemnik o odpowiedniej wielkości, najlepiej około 2-3% powierzchni dachu, z którego ma być odprowadzana woda. Może to być skrzynia, donica czy betonowy moduł. Pojemnik powinien mieć warstwę drenażową ułożoną na dnie (żwir, keramzyt) oraz dobrze dobraną mieszankę ziemi ogrodowej z kompostem, zapewniającą roślinom dostęp do wilgoci. Stosuje się system rur: drenującą (poziomą, zamkniętą z jednej strony i wyprowadzoną kratką poza pojemnik) oraz przelewową (pionową, wystającą ponad powierzchnię, lecz poniżej krawędzi skrzyni) dla kontroli poziomu wody. Sadzi się rośliny odporne na zmienne warunki wilgotności, które jednocześnie wspierają bioróżnorodność i estetykę.

Ogród wymaga regularnej pielęgnacji: podlewania w okresie suszy, przycinania, uzupełniania ziemi oraz udrażniania rur.







## FUNKCJE I KORZYŚCI

- Zwiększają retencję wody (o ok. 30-40% więcej niż zwykły trawnik), oczyszczają wody opadowe z zanieczyszczeń (np. azot, fosfor, metale ciężkie), poprawiają mikroklimat (obniżają temperaturę o 2-5 °C, zwiększają wilgotność o 10-20%) oraz wspierają bioróżnorodność – tworząc siedliska dla owadów, ptaków i płazów.
- Redukują ryzyko podtopień, odciążają kanalizację deszczową, oszczędzają wodę (np. do nawadniania roślin) i cechują się stosunkowo niskimi kosztami budowy oraz utrzymania, zwłaszcza w rozwiązaniach prostych, bez pomp i zasilania energią.
- Podnoszą atrakcyjność terenów zielonych w parkach, osiedlach i ogrodach przydomowych, a jednocześnie promują świadomość ekologiczną, dlatego sprawdzają się w projektach edukacyjnych i kampaniach szkolnych.



# STAWY HYDROFITOWE

Stawy hydrofitowe to naturalne systemy oczyszczania ścieków bytowych oraz wód opadowych, które wykorzystują rośliny wodne i bagienne w połączeniu z mikroorganizmami do biologicznego rozkładu zanieczyszczeń. Symulują one warunki naturalnych bagien, gdzie korzenie roślin, takich jak trzcina pospolita, tworzą gęstą sieć filtracyjną, a bakterie i bezkręgowce rozkładają substancje organiczne. Stawy te doskonale sprawdzają się w przydomowych oczyszczalniach na terenach wiejskich lub słabo zurbanizowanych, gdzie zatrzymują wodę i oczyszczają ją do poziomu odpowiadającego drugiej klasie czystości. Ich zdolność do pracy przez cały rok wynika z dostosowania do sezonowych zmian – latem osiągają pełną efektywność, a zimą zachowują 50% do 80% letniej skuteczności.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Staw hydrofitowy buduje się najczęściej w formie długiego, wąskiego zbiornika, którego długość jest około trzykrotnie większa niż szerokość. Dno stawu ma łagodny, podłużny spadek co najmniej 1%, dzięki czemu woda płynie przez niego grawitacyjnie, bez pomp.

Muldy, czyli zbiorniki stawów, są szczelne i wyściela się je folią bentonitową, aby woda nie uciekała w niekontrolowany sposób. Woda doprowadzana jest do stawu przez perforowaną rurę wlotową, która rozprowadza ją równomiernie na całej szerokości, a prędkość przepływu nie przekracza pół metra na sekundę – tak by nie uszkodzić delikatnych korzeni roślin. Wewnątrz stawu tworzy się złożo filtracyjne, imitujące naturalne bagna. Dominującą rośliną jest zwykle trzcina pospolita o rozbudowanym systemie korzeniowym, wspierana przez warstwy piasku lub żwiru, zwłaszcza w systemach z pionowym przepływem wody.



W przypadku większych obciążeń usuwa się kilka połączonych poletek (kwater), a cały układ projektuje się bez przepompowni, wykorzystując samozasysające syfony i oszczędzając energię.





Proces oczyszczania wody przebiega w kolejnych etapach: najpierw odbywa się opadanie osadów, potem korzenie roślin usuwają zanieczyszczenia, a na końcu mikroorganizmy rozkładają pozostałe substancje w procesie biologicznym. Czas retencji wody w takim stawie zwykle wynosi 2-3 tygodnie. Każdy projekt stawu hydrofitowego wymaga szczegółowej dokumentacji, pozwoleń zgodnych z prawem wodnym i środowiskowym oraz regularnego monitoringu próbek ścieków, aby zapewnić skuteczne i bezpieczne oczyszczanie wody.



## FUNKCJE I KORZYŚCI

- Skutecznie oczyszczają ścieki, redukując substancje organiczne, azot i fosfor do poziomu drugiej klasy czystości, bez wytworzenia dużych ilości wtórnych osadów.
- Zatrzymują wody opadowe, zmniejszając ryzyko podtopień i lokalnych powodzi.
- Wspierają bioróżnorodność, tworząc siedliska dla ptaków, owadów, płazów i bezkręgowców w naturalistycznym ekosystemie.
- Charakteryzują się niskimi kosztami eksploatacji – praktycznie nie wymagają energii ani chemikaliów.
- Są bardzo trwałe, często działają ponad 20 lat przy niewielkiej, okresowej konserwacji.
- Poprawiają estetykę krajobrazu, bo naturalny wygląd „bagiennego” ekosystemu dobrze wkomponowuje się w tereny wiejskie i miejskie.



# PASAŻE ROŚLINNE

Pasaże roślinne to wąskie, wydłużone zagłębienia terenu obsadzone roślinami wodnymi, służące do naturalnego oczyszczania wód deszczowych z powierzchni takich jak parkingi czy drogi. Charakteryzują się łagodnym nachyleniem i ciągłym przepływem wody przez filtr roślinny, co umożliwia stopniową infiltrację i retencję. Są rozwiązaniem małej retencji, idealnym dla ogrodów, parków miejskich czy osiedli w Małopolsce, gdzie łączą funkcje dekoracyjne z ekologicznymi.



## OGÓLNE ZASADY DZIAŁANIA I BUDOWA

Budowa pasaży roślinnych polega na wykonaniu płytkiego zagłębienia w gruncie z niewielkim spadkiem, zwykle ok. 1,5–3%, tak aby woda mogła swobodnie spływać do przelewu i strefy infiltracji. Na dnie układu się warstwę drenującą, np. żwir, a wyżej warstwę piasku, która pomaga oczyszczać wodę. Dno takiego układu zabezpiecza się zwykle geowłókniną filtracyjną, która przepuszcza wodę, ale zatrzymuje drobne cząstki gruntu. Ważną rolę pełnią też rośliny hydrofitowe, np. trzcina pospolita, których korzenie wspierają filtrację biologiczną i także pomagają oczyszczać wodę. System łączy się z wcześniejszymi urządzeniami do zatrzymywania i wstępnego oczyszczania wody, a potem kieruje ją do gruntu przez strefę infiltracji. Działanie opiera się na osadzaniu się zanieczyszczeń, filtracji przez warstwy podłoża i korzenie roślin oraz na powolnym wsiąkaniu wody w ziemię.





## FUNKCJE I KORZYŚCI

- Redukują biodegradowalne zanieczyszczenia, zawiesiny i węglowodory do norm środowiskowych.
- Absorbują nadmiar wody, zmniejszają spływ powierzchniowy i ryzyko podtopień.
- Poprawiają mikroklimat powietrza – zwiększają wilgotność i stabilizują temperaturę w otoczeniu.
- Wpływają na wzrost bioróżnorodności, tworząc siedliska dla owadów, ptaków i małych zwierząt w zielonych korytarzach.
- Poprawiają estetykę krajobrazu – tworzą harmonijne, dekoracyjne elementy zieleni w ogrodach, parkach i przestrzeniach miejskich.
- Stanowią ekologiczne rozwiązanie bez energii, z minimalną konserwacją, która polega jedynie na kontroli drożności i przycinaniu.





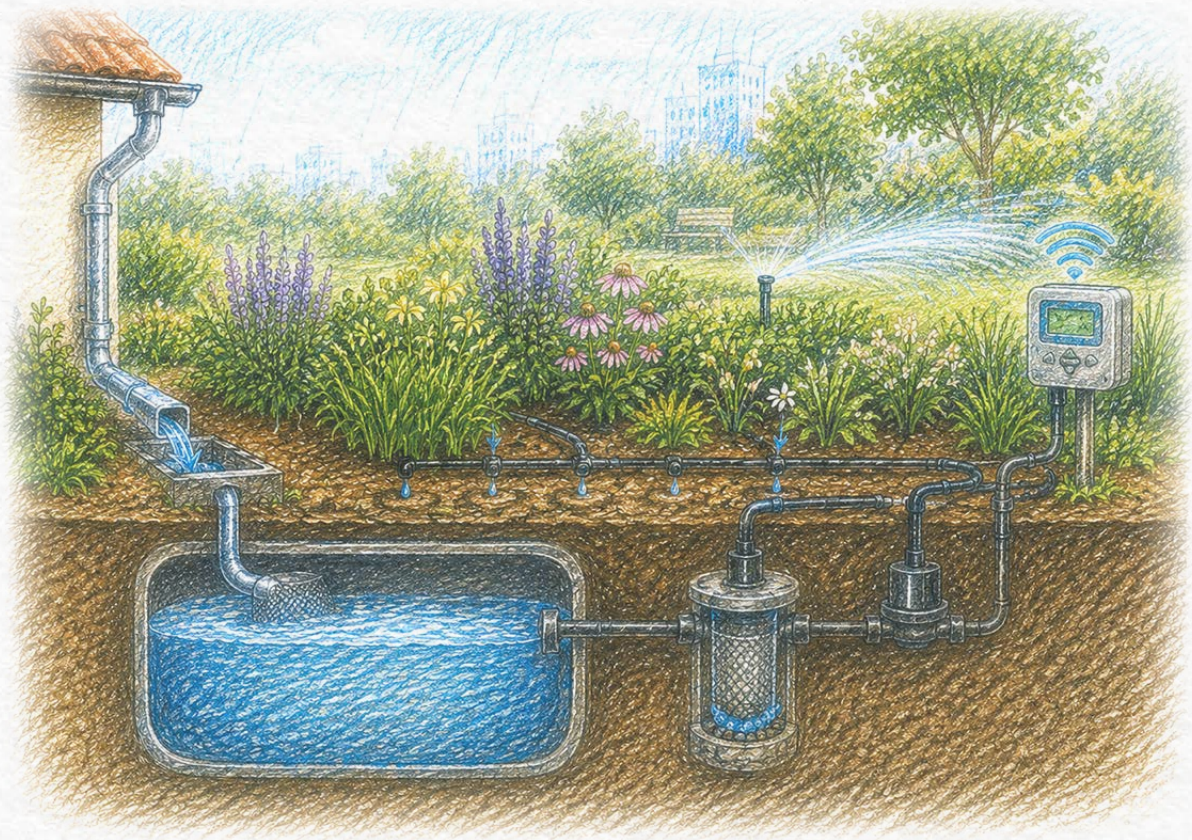


# NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA I AUTOMATYZACJA



# SYSTEMY AUTOMATYCZNEGO ROZPROWADZANIA WODY

Systemy automatycznego rozprowadzania wody – zaawansowane projekty mikroretencyjne mogą obejmować automatyczne systemy dystrybucji zmagazynowanej deszczówki (np. do nawadniania kroplowego).





# BIOMIMETYKA; REWOLUCJA W MAGAZYNOWANIU WODY I ZRÓWNOWAŻONA INŻYNIERIA

Biomimetyka, czyli bionika, to sposób projektowania systemów do magazynowania i zarządzania wodą oraz materiałami, które czerpią z naturalnych mechanizmów biologicznych. Natura przez miliardy lat ewolucji stworzyła genialne sposoby na zatrzymywanie wody i energii – na przykład liście lotosu z powierzchnią odpychającą wodę czy termitiery, które chłodzą się naturalnie dzięki strumieniom powietrza. W nauce tej czerpiemy inspirację z natury tj. patrzymy na biologię, chemię i fizykę żywych organizmów, by adaptować ich triki. Tworzymy rozwiązania wydajniejsze i przyjazne dla środowiska, często oszczędzając nawet 30-50% zasobów.



## JAK TO DZIAŁA W PRAKTYCE?

- Technologia: powłoki hydrofobowe zmniejszające parowanie w zbiornikach; panele słoneczne z soczewkami wzorowanymi na liściach (wyższa wydajność o 20%).
- Architektura: budynki z wentylacją pasywną na wzór termitier – wykorzystują naturalny ciąg powietrza i różnice temperatur do chłodzenia.

*Jedną z najstojniejszych zielonych ścian na świecie jest ściana ogrodu wertykalnego w centrum sztuki i kultury CaixaForum w Madrycie, gdzie instalacja ta składa się z 18 000 roślin zajmujących powierzchnię 46 [a], a jej miąższość wynosi 1 [m].*











Zarząd Infrastruktury Wodnej  
Os. Szkolne 27  
31-977 Kraków  
tel: 12 323 30 01  
e-mail: sekretariat@ziw.krakow.pl

[www.ziw.krakow.pl](http://www.ziw.krakow.pl)

[www.facebook.com/ziw.krakow](https://www.facebook.com/ziw.krakow)

[instagram.com/ziw.krakow/](https://www.instagram.com/ziw.krakow/)

Koncepcja: Teresa Majka  
Opracowanie merytoryczne: Teresa Majka, Jarosław Skrzypek  
Opracowanie graficzne: Małgorzata Burkot