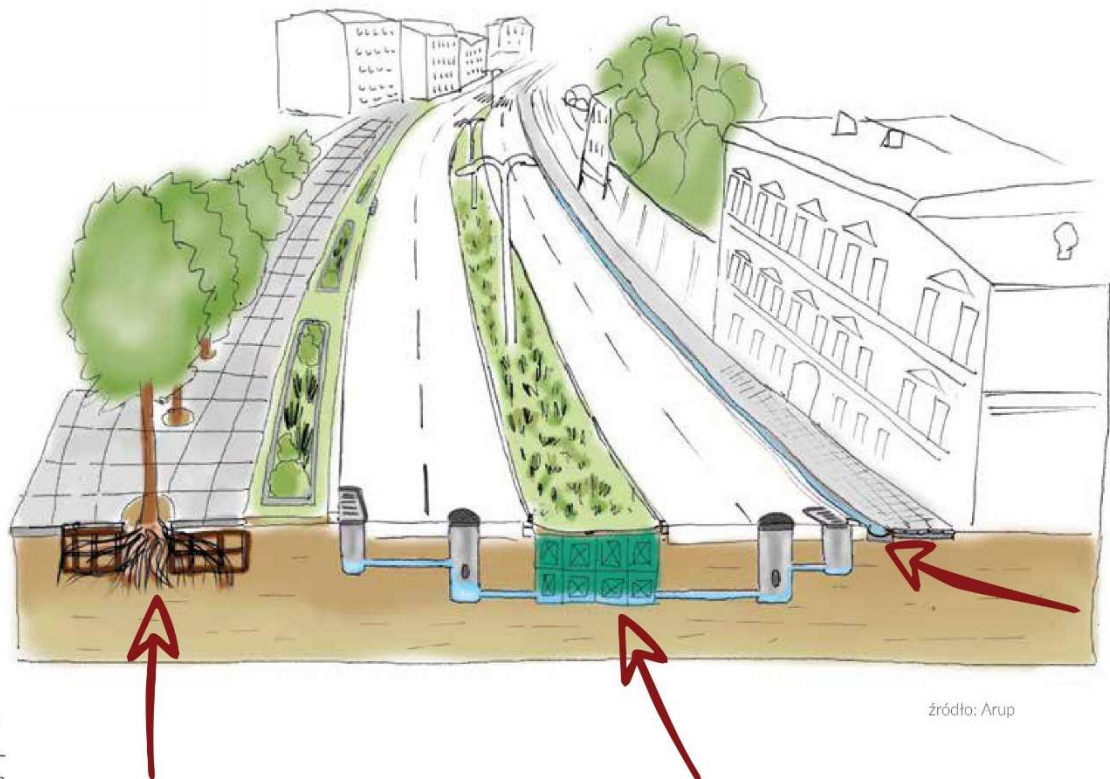




# Katalog błękitno-zielonej infrastruktury

Propozycje rozwiązań  
dla projektantów drogowych



źródło: Arup

# Wstęp

Jednym z głównych wyzwań, które pojawiają się przy budowie dróg jest odprowadzenie wód opadowych z powierzchni jezdni. Brak systemu odwodnienia lub niepoprawnie działający przyczyniają się do zawilgocenia powierzchni gruntu i pogorszenia warunków bezpieczeństwa na drodze. Najczęściej stosowaną metodą jest budowa kanalizacji deszczowej, która jednak jest droga w wykonaniu. Zapewnia ona szybkie i skuteczne odwodnienie, ale w znacznym stopniu obciąża odbiornik powodując szybki wzrost poziomu wody. Wzrost ten może powodować częste podtopienia terenów przyległych. Tańszym sposobem jest spowolnienie odpływu wody opadowej do zlewni poprzez zastosowanie małej retencji, której zadaniem jest zatrzymanie jej w miejscu gdzie ona spadła wraz z deszczem. Do takich podstawowych rozwiązań należą:

- powierzchnie przepuszczalne utwardzone
- lokalne obniżenie bioretencją (sadzawki deszczowe)
- rowy chłonne
- muldy chłonne
- studnie chłonne
- skrzynki rozsączające
- obniżenie terenów zieleni w stosunku do ciągów jezdnych
- zielone przystanki
- rowy infiltracyjne wzdłuż dróg
- wysepki drogowe z infiltracją
- zbiorniki infiltracyjne
- pasaże roślinne
- korytka spływowe
- łąka kwietna
- stawy hydrofitowe
- powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne
- suche zbiorniki
- rozszczelnione parkingi

# I. Ulice

## Powierzchnie przepuszczalne utwardzone



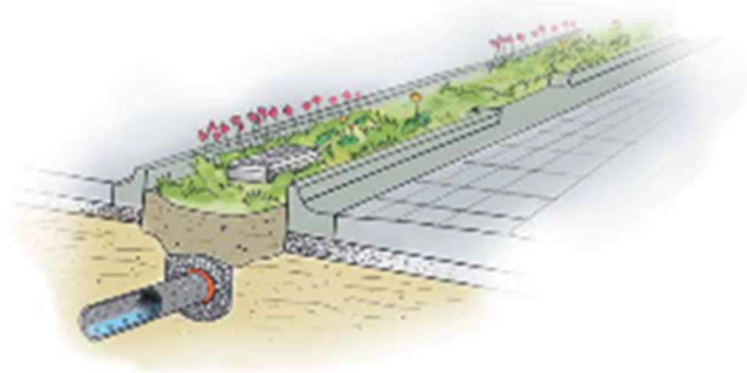
ul. Kościuszki w Izabelinie C, gm. Izabelin

Nadają się na budowę ciągów pieszych, pieszo jezdnych podjazdów do posesji np. w strefie zamieszkania.

Lokalizuje się je na podłożu umożliwiającym dalsze wsiąkanie wody, np. na drenażu zbudowanym z naturalnego materiału (tłucznia, piasku, żwiru, kamieni) lub na skrzynkach infiltracyjnych.

Umożliwiają one infiltrację wody opadowej przez nawierzchnię do przepuszczalnego podłoża lub gruntu bezpośrednio pod nawierzchnią i posiadają wysoką zdolność zatrzymywania zanieczyszczeń, sięgającą 90-99% zawiesin, oraz 60-90% metali ciężkich i substancji ropopochodnych.

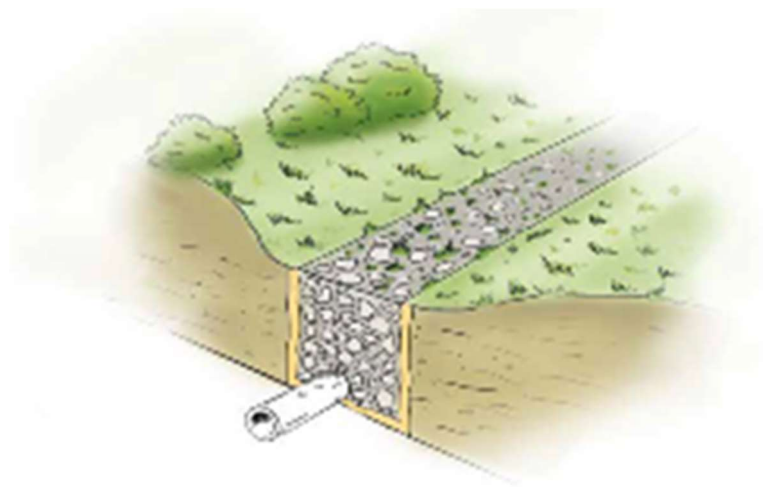
## Lokalne obniżenie bioretencją (sadzawki deszczowe)



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

Gromadzenie wody spływającej w obniżeniu terenowym obsadzonym rodzimymi 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.

## Rowy chłonne



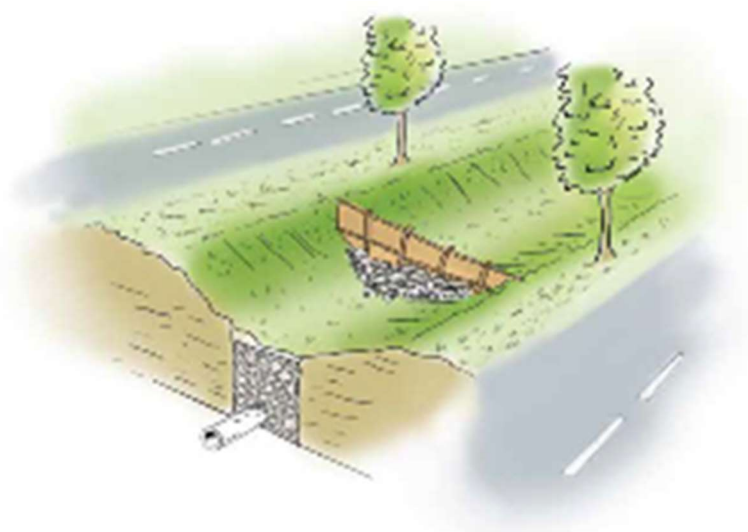


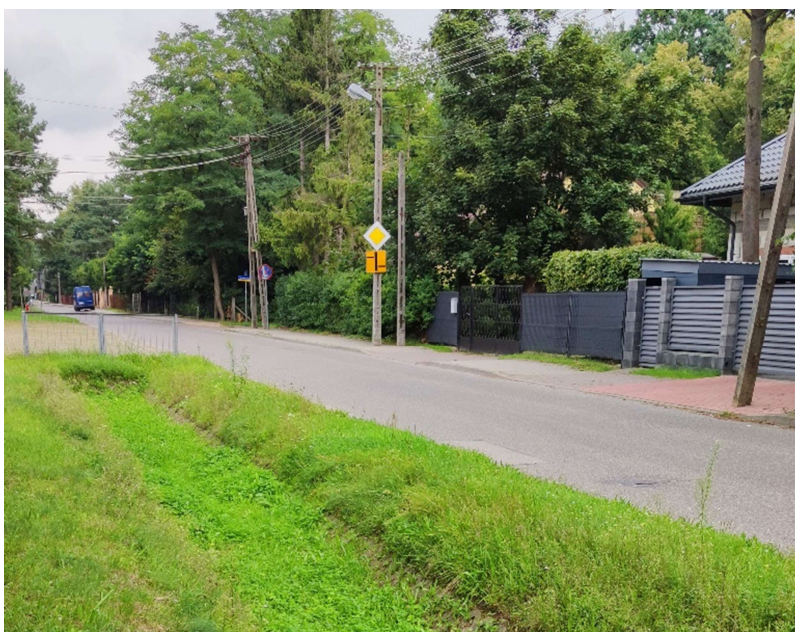
*ul. 3 Maja w Truskawiu, gm. Izabelin*

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

Zastosowanie mają dzięki liniowemu przejmowaniu wód opadowych z powierzchni terenu do warstwy kruszywa grubego, zapewniającej pojemność retencyjną, opóźnienie odpływu oraz infiltrację w grunt.

## **Muldy chłonne**





*ul. Kościuszki w Izabelinie C, gm. Izabelin*

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

Pełnią funkcje przyjmowania i transportowania wód deszczowych przy ciągłej filtracji przez system korzeniowy. Szata roślinna zwiększa szorstkość podłoża, co bezpośrednio przekłada 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 odparowywania.

## **Studnie chłonne<sup>1</sup>**



*ul. Leśna w Hornówku, gm. Izabelin*

---

<sup>1</sup> Źródło: Wawer łapie wodę

To urządzenia podziemne, które stosuje się w celu zatrzymania wody w krajobrazie lub gromadzenia jej do podlewania roślin, jeżeli nie mamy możliwości gromadzenia jej w zbiornikach wodnych. Wskazane jest wstępne podczyszczenie wody deszczowej kierowanej do studni chłonnej. Można w tym celu zastosować osadniki lub niecki retencyjne z roślinami.

Jej zastosowanie niesie sporo korzyści, szczególnie na terenach gliniastych, gdzie przepuszczalność wody jest bardzo słaba. Wówczas na takiej działce po ulewnych deszczach robią się nieestetyczne, błotne kałuże. Studnia chłonna umożliwia równomierne odprowadzanie wody do warstw przepuszczalnych gruntu. Stosuje się ją zarówno do odprowadzania wody deszczowej, jak i jako ostatni element przydomowej oczyszczalni ścieków.

## Skrzynki rozsączające



ul. Polna w Hornówku, gm. Izabelin

Skrzynki rozsączające stanowią przestrzenną konstrukcję kratownicową, wykonaną z tworzyw sztucznych (głównie PVC lub PP) o dużej wytrzymałości i objętości. Są alternatywą dla studni chłonnych. Pozwalają w krótkim czasie zbudować podziemny zbiornik w którym zgromadzi się każda ilość wody deszczowej. Zbiornik taki owinięty dookoła przepuszczalną dla wody, a nieprzepuszczalną dla korzeni i mułu geowłókniną, ma bardzo dużą powierzchnię kontaktu z podłożem, dzięki czemu zgromadzona woda szybko się wchłania. Wytrzymałość mechaniczna pozwala na płytkie posadowienie, także na terenach o ruchu kołowym, jak parkingi, podjazdy, itp.

## **Obniżenie terenów zieleni w stosunku do ciągów jezdnych**

Element infrastruktury drogowej umożliwiający spływ wody opadowej z ciągów jezdnych. W celu odprowadzenia w płycie krawężnika. Takie rozwiązanie stosuje się w przypadku gdy ciąg komunikacyjny znajduje się powyżej terenów zielonych (np. trawników) odbierających wodę. Obniżenia te mogą być nieckami infiltracyjnymi lub pełnić funkcję odparowalników. Dają szeroką możliwość zagospodarowania roślinami ozdobnymi.

## **Zielone przystanki**

Element małej architektury, który poza pełnieniem swojej podstawowej funkcji (przystanek, wiata rowerowa), zatrzymuje wodę opadową i wprowadza roślinność do przestrzeni miejskiej tam, gdzie jej na ogół najbardziej brakuje – bezpośrednio w pasie drogowym. W zależności od konstrukcji, przystanki mogą retencjonować nawet kilkaset litrów wody jednorazowo, łagodząc podtopienia lub odciążając kanalizację deszczową. Woda jest odparowywana dzięki roślinności, która stanowi integralną część wiaty (zielony dach, zielone ściany z pnączy w skrzyni infiltracyjno – retencyjnej) oraz infiltrowania do gruntu. Przystanki tworzą przyjazny mikroklimat – w słoneczny letni dzień, dachy w tradycyjnym przystanku rozgrzewają się nawet do 45°C, narażając oczekujących na transport pasażerów na szok termiczny. Zielony przystanek może obniżyć temperaturę dachu nawet o 9°C. Odpływająca woda jest podczyszczana przez systemy roślinne, zmniejszając migrację zanieczyszczeń.

## **Rowy infiltracyjne wzdłuż dróg**

to obniżenia terenu, przeważnie porośnięte trawą, często również inną roślinnością, niejednokrotnie z systemem drenażu usprawniającym ukierunkowane odprowadzanie wody w terenach o dużym odpływie. Gromadzona woda opadowa jest częściowo odprowadzana dalej, częściowo infiltrowana.

Rowy infiltracyjne są elementem odwodnienia infrastruktury drogowej. Mają postać wąskiego kanału ze skarpami o różnym nachyleniu, z reguły o kształcie trapezowym skarpy i nieuszczelnionym dnie. Boki mogą być wzmocnione darnią, faszyną lub geokratą.

Do zalet tego rozwiązania należy zwiększenie retencji lokalnej, możliwość wprowadzenia dodatkowej zieleni.



Ograniczeniem stosowania tego rodzaju rozwiązań są płytko występujące wody gruntowe.

## Wysepki drogowe z infiltracją

Element infrastruktury drogowej służący oddzieleniu pasów ruchu bądź jezdni od ciągu pieszego, może być także elementem spowolnienia ruchu w strefie zabudowanej. Zielone wysepki drogowe mogą być stosowane zamiast tradycyjnej wysepki drogowej.

Woda jest odprowadzana bezpośrednio z powierzchni uszczelnionej. Wysepka składa się z warstwy organicznej gruntu w której wykonane są nasadzenia, oraz warstwy drenażowej umożliwiającej infiltrację wody w głąb struktury. Dzięki nasadzeniom rozwiązanie to ma właściwości remediacyjne. W zależności od charakteru drogi, wysepka może być rozszczelniona lub uszczelniona, umożliwiając odpływ wody do gruntu. Wówczas odprowadzenie wody odbywa się w całości poprzez parowanie roślin.

Przy zastosowaniu wysepki z infiltracją należy pamiętać aby umożliwić spływ wody opadowej z nawierzchni drogowej do wnętrza wysepki. W tym celu stosowane są np. niskie krawężniki najazdowe bezpośrednio do wysepki, usytuowane zgodnie z kierunkiem nachylenia terenu. Ograniczeniami stosowania tego rozwiązania są płytko występujące wody gruntowe.

## Zbiorniki infiltracyjne



ul. 3 Maja w Izabelinie B, gm. Izabelin

To zbiorniki w których wody opadowe są gromadzone w celu powolnego odprowadzenia ich do gruntu. Dno i ściany zbiornika wykonane są w sposób umożliwiający infiltrację wody. Mogą mieć dno kamienne, być porośnięte trawą lub innymi roślinami rodzimymi, co dodatkowo sprzyja parowaniu ze zbiornika i wspiera bioróżnorodność. Pod dnem zbiornika ułożona jest warstwa drenażowa. Nadmiar wody ze zbiornika jest odprowadzany przelewem awaryjnym – grawitacyjnie lub za pomocą przepompowni wód deszczowych.

Zbiorniki infiltracyjne są często stosowane w terenach o dużych powierzchniach uszczelnionych (np. składowiska, usługi) oraz w pobliżu dróg ekspresowych autostrad. Ich wielkość dobierana jest na podstawie bilansu wód opadowych, zdolności infiltracyjnej gruntu oraz możliwości odprowadzania nadmiaru wody ze zbiornika. Są to rozwiązania drogie i zajmujące duże powierzchnie terenu.

## II. Parkingi, place<sup>2</sup>

### Pasaże roślinne



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

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

Poprzez parowanie wody z korony drzew i krzewów następuje zwiększenie wilgotności powietrza, obniżenie temperatury a co za tym idzie poprawa mikroklimatu, zapobieganie ryzyku rozwoju alergii i innych chorób układu oddechowego.

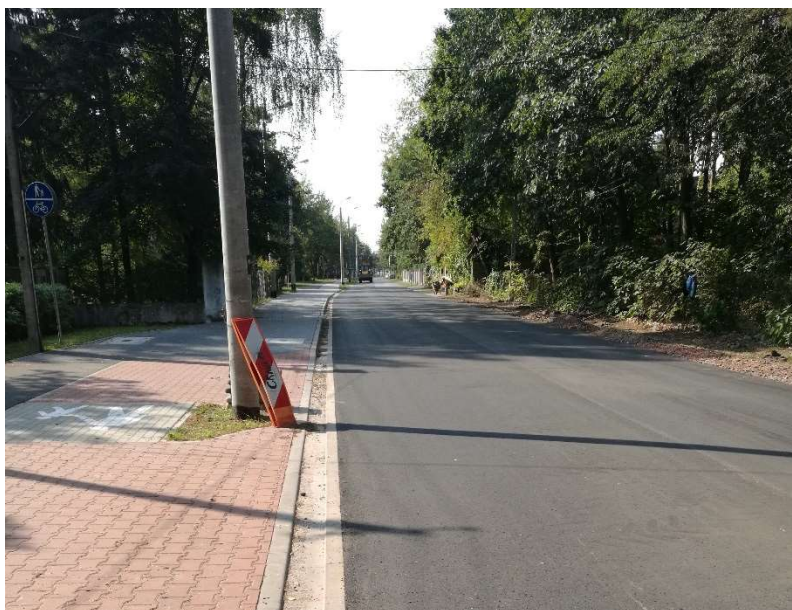
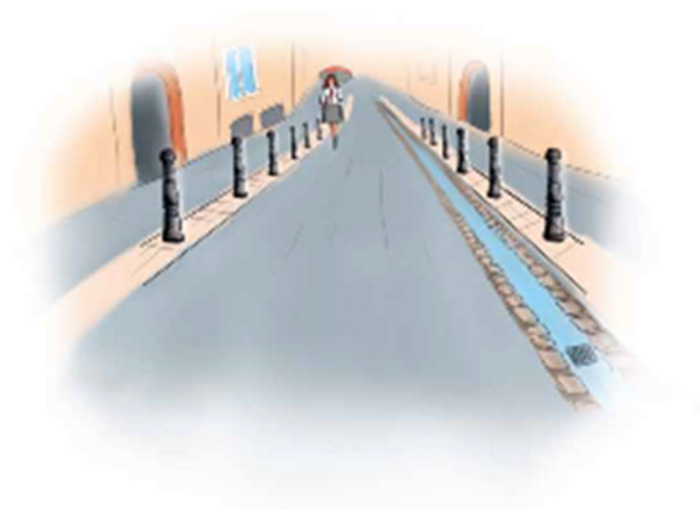
Filtrowanie powietrza przynosi skuteczne zatrzymywanie zanieczyszczeń takich jak pyły oraz pochłanianie dwutlenku węgla co pomaga przeciwdziałać zmianom klimatu.

Dzięki intercepcji następuje zmniejszenie ryzyka wystąpienia powodzi.

---

<sup>2</sup> źródło: KNZI Bydgoszcz

## Korytka spływowe



ul. Sierakowska w Izabelinie C, gm. Izabelin

to liniowe obiekty przyjmujące formę otwartych korytek odprowadzających wodę. Cechuje je często zróżnicowana forma i zmiana struktury nawierzchni utwardzonych. Eksponują wodę deszczową w sposób zaplanowany .

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

## Łąka kwietna



Hornówek, gm. Izabelin

to tania, łatwa w utrzymaniu i przyjazna środowisku alternatywa dla trawnika. W przeciwieństwie do trawnika składa się z wielu gatunków roślin, najlepiej rodzimych i wymaga koszenia tylko dwa razy w roku. Łąka wchłania dwa razy więcej wody niż trawnik, a jej 25 razy dłuższe korzenie pozwalają roślinom korzystać z głębiej położonych zasobów wodnych, co ogranicza konieczność podlewania łąki do okresów długotrwałej suszy.

## Stawy hydrofitowe





*ul. 3 Maja w Truskawiu ( przy starej pętli), gm. Izabelin*

stymulują naturalnie podmokłe warunki hydrauliczne i siedliskowe ekosystemów bagiennych. W porównaniu do pasaży roślinnych są zdolne do obsłużenia znacznie większych powierzchni odwadnianych.

Rozróżnia się stawy:

- przepływowe o swobodnej powierzchni, pokryte roślinnością pływającą,
- złoża z przepływem podpowierzchniowym, porośnięte zakorzenioną roślinnością wodną lub bagienną.

Obok retencji wody, nadrzędną rolą rozwiązania jest oczyszczanie ścieków w wyniku procesu biologicznego zachodzącego przy współdziałaniu mikroorganizmów funkcjonujących w specjalnie zaprojektowanych złożach – filtrach roślinnych – złożonych na przykład z trzciny pospolitej.

Oczyszczalnie roślinne pracują w zimie ze skutecznością 50 – 80 % skuteczności letniej, dlatego projekt powinien zakładać nieco większą powierzchnię dla zapewnienia całorocznej eksploatacji.

Hydrofitowe oczyszczalnie mogą stanowić uzupełnienie konwencjonalnych systemów technologicznych albo funkcjonować samodzielnie. Rozwiązanie każdorazowo wymaga dostosowania do lokalnych warunków siedliskowych i specyfikacji inwestycji.

## Powierzchniowe zbiorniki retencyjne szczelne



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

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

## Suche zbiorniki

to sztuczne bądź naturalne obniżenia terenu w dolinach cieków lub ich bezpośrednim sąsiedztwie, które pozostają suche przez większość czasu a wypełniają się wodą opadową w przypadku wystąpienia gwałtownych opadów. Suche zbiorniki sosowane są w celu łagodzenia fal powodziowych i zapobiegania lub łagodzenia powodzi i podtopień. Ograniczenie ilości retencjonowanej wody oraz opóźnienie odpływu wody można kontrolować za pomocą urządzeń hydrotechnicznych, najczęściej w postaci niewielkich zapór, przelewów i szandorów lub przez zastosowanie zbiorników kaskadowych.

## Rozszczelnione parkingi



parking przed Szkołą Podstawową przy ul. Wojska Polskiego w Hornówku, gm. Izabelin

Parkingi o nawierzchni przepuszczalnej mogą być wykonane z ażurowych elementów betonowych, z tworzywa sztucznego lub kruszywa naturalnego. Umożliwiają odprowadzenie wody opadowej bezpośrednio do gruntu w miejscu opadu. Większość stosowanych technologii (poza porowatym asfaltem) przy małej intensywności użytkowania daje możliwość zazielenienia takiego parkingu trawą.

Nawierzchnie przepuszczalne, należy wykonać na przygotowanej wcześniej warstwie drenażu (ze żwiru, kamieni lub skrzynek infiltracyjnych). W zależności od typu i charakteru miejsca, skuteczność nawierzchni przepuszczalnych w miejscowym zatrzymywaniu opadu wynosi od 10 do 95%.

Ograniczeniem stosowania tej technologii są: możliwość rozsączenia wody w gruntach rodzimych (przepuszczalność warstwy i niski poziom wód gruntowych) oraz możliwość zanieczyszczenia wód gruntowych substancjami ropochodnymi – powierzchnie przepuszczalne nie powinny być stosowane w miejscach użyteczności publicznej, np. na intensywnie użytkowanych parkingach dużych obiektów handlowych.

### **Podstawowe źródła**

*Inspiracją do stworzenia propozycji rozwiązań związanych z odbieraniem wód opadowych na ulicach, placach, parkingach gminnych był Katalog zielono - niebieskiej infrastruktury wydany przez spółkę Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Bydgoszczy, uznanego jako katalog dobrych praktyk w zakresie zagospodarowania wód opadowych i roztopowych. Dziękujemy **Panu Stanisławowi Drzewieckiemu** - Prezesowi MWiK Bydgoszcz Sp. z o.o. za współpracę w zakresie udostępnienia praw autorskich do grafik, zdjęć i wartości merytorycznych z powyższego katalogu.*