LECA® ZARZĄDZANIE WODĄ OPADOWĄ

PORADNIK TECHNICZNY

Jak zatrzymać i odprowadzić wodę po deszczach

Niniejsze opracowanie jest bezpośrednim tłumaczeniem angielskiej wersji "LECA® STORM WATER MANAGEMENT TECHNICAL GUIDE".

W sprawach dostępności na polskim rynku Leca® KERAMZYTU do przedstawionych rozwiązań prosimy o kontakt z Działem Technicznym Leca® Polska sp. z o.o.

doradca@leca.pl ***tel. 505 172 083***

ZARZĄDZANIE WODĄ Z LECA®

Wytyczne przedstawiają sposób postępowania ze spływem wody deszczowej w miejscu jego występowania z wykorzystaniem Leca® KERAMZYTU jako podłoża zatrzymującego wodę pod powierzchnią terenu. Prawidłowe wymiary i parametry projektowe są kluczowe dla wysokowydajnych rozwiązań w zakresie gospodarki wodnej, a celem tego opracowania jest dostarczenie zarówno informacji, jak i inspiracji do zastosowania Leca® KERAMZYTU.

Lokalne strategie zarządzania wodą są opłacalną alternatywą dla zapobiegania gwałtownym spływom, powodziom i przelewom ścieków.

Po co zajmować się wodą deszczową?

Zmiany klimatyczne, których następstwem są coraz częstsze gwałtowne opady deszczu zmieniają nasze tradycyjne sposoby przygotowywania się na warunki pogodowe. Nacisk przesunął się z prostego radzenia sobie ze zwykłymi wydarzeniami pogodowymi na sposób, w jaki możemy zmniejszyć ryzyko społeczne związane ze zmianami klimatu. Przygotowanie na konsekwencje ekstremalnych warunków pogodowych znalazło się w agendach politycznych, a większość rządów rozpoczęła ambitne programy radzenia sobie z tymi wyzwaniami. W szczególny sposób dotyczy to obszarów zabudowanych, dlatego na całym świecie powstają nowe rozwiązania i innowacje.

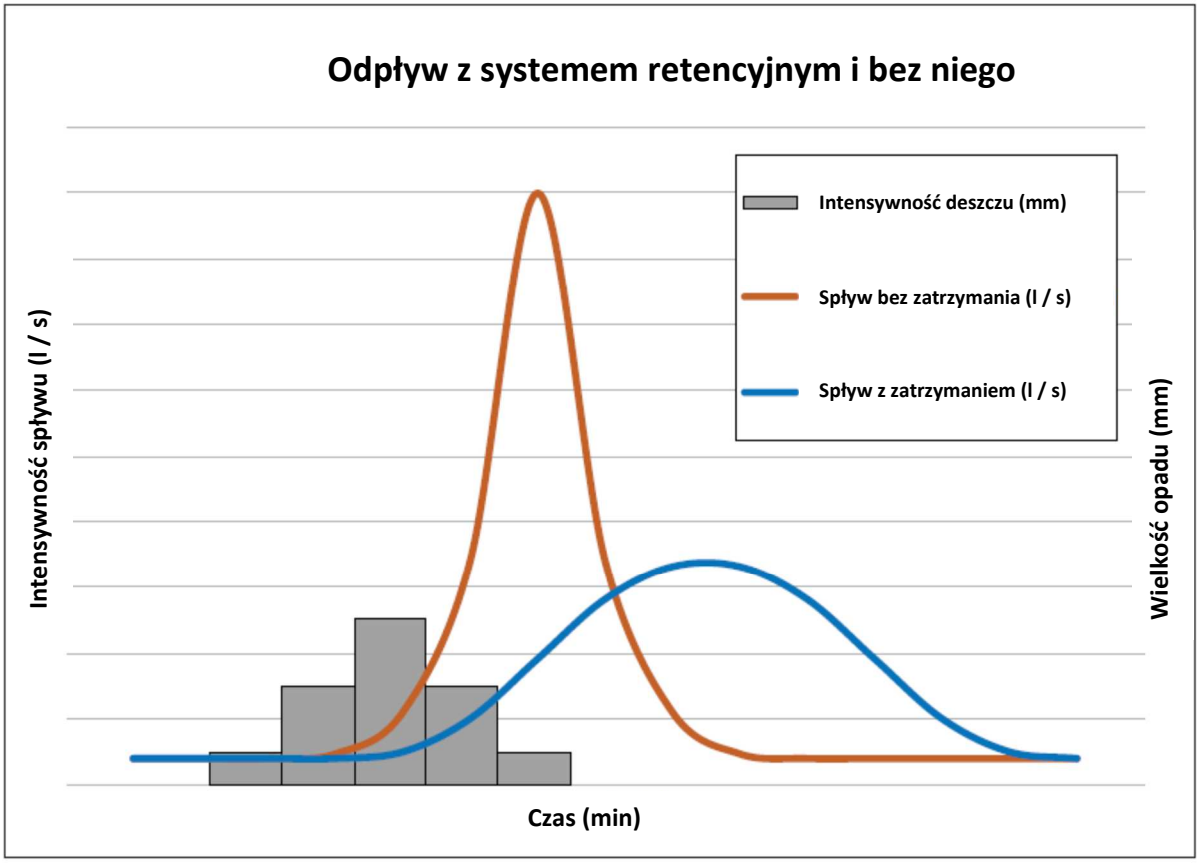
Ze względu na gęstą zabudowę miast spływ wód deszczowych może powodować poważne problemy dla istniejącej infrastruktury. Tam gdzie naturalne obszary zastąpiono powierzchniami nieprzepuszczalnymi takimi jak asfalt, beton i dachy, spływająca woda gromadzi się bardzo szybko. Ponadto nadmierny spływ powoduje rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń i patogenów, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia publicznego. W celu zwiększenia odporności miasta na wody opadowe samorządy zwykle wspierają lokalne działania w zakresie gospodarki wodnej. Wiele miast zainicjowało oficjalne strategie zarządzania wodną i wprowadziły zachęty lub przepisy aby ograniczyć przepełnienia systemów odwadniających i kanalizacyjnych.

Nadrzędnym parametrem efektywności rozwiązań jest zdolność do zarządzania wodą przy użyciu zrównoważonych i ekologicznych metod o niewielkim wpływie na środowisko. Zdrowy obieg wody można utrzymać wdrażając sposoby symulujące mechanizmy występujące w środowiskach naturalnych, takich jak łąki, lasy i tereny zielone, będą to na przykład mechanizmy zatrzymywania, retencji i infiltracji wody.

Lokalne strategie gospodarki wodnej mogą zapobiegać nadmiernemu spływowi powierzchniowemu, podtopieniom, przepełnieniom rur drenażowych i systemów kanalizacyjnych.

Radzenie sobie z wodą opadową poprzez samo odprowadzanie jej do systemów kanalizacyjnych jest metodą przestarzałą. Ograniczenia terenowe, rozbudowana infrastruktura i oczyszczanie ścieków znacznie zwiększyły koszty budowy nowych zbiorników i podziemnej kanalizacji rurowej. Chociaż dostępnych jest wiele alternatywnych rozwiązań, określenie najlepszej i najbardziej zrównoważonej praktyki zarządzania wodą jest wyzwaniem dla planistów i projektantów. Leca® KERAMZYT może być wykorzystywany do zarządzania wodą opadową ze zlewni. Umożliwia on jej zatrzymanie i ułatwia jej infiltrację do gruntu. Korzystając z Leca® KERAMZYTU, odpowiednie obszary mogą stać się funkcjonalnymi zbiornikami i miejscami tymczasowego zatrzymywania wody ze zlewni.

Leca® KERAMZYT może pomóc w realizacji planów adaptacji miast do zmian klimatu – wykorzystując obszary przejmujące wodę do tworzenia przestrzeni rekreacyjnych. Można budować zdrowe i estetyczne otoczenie, które sprzyja dobrostanowi i różnorodności biologicznej. Pozyskane w ten sposób nowe atrakcyjne tereny powinny być uwzględnione podczas analiz kosztów i korzyści wynikających z redukcji spływu wód opadowych, ryzyka powodziowego i kontroli zanieczyszczenia.



Wykres pokazuje podstawową zasadę zatrzymywania wody przez Leca® KERAMZYTU. Zmniejszenie intensywności spływu dla powierzchni pokrytej Leca® KERAMZYTEM (niebieska linia) porównuje się z niczym nie pokrytą powierzchnią nieprzepuszczalną (pomarańczowa linia).

Pomarańczowa linia reprezentuje ilość wody spływającej z powierzchni nieprzepuszczalnej. Powierzchnia szybko się nasyca, a szczytowe natężenie zrzutu jest proporcjonalne do szczytowego natężenia deszczu. Zilustrowany niebieską linią odpływ pokazuje jak porowaty Leca® KERAMZYT zatrzymuje wodę, zmniejsza szczytowe natężenie spływu i zmniejsza średnią intensywność odpływu poprzez powolne uwalnianie wody w dłuższym czasie. Leca® KERAMZYT szybko odzyska swoją zdolność do zatrzymywania wody, nawet gdy będzie narażony na kolejne intensywne opady deszczu.

ZARZĄDZANIE WODĄ Z LECA® KERAMZYTEM

Strategia zarządzania wodą w zakresie ochrony przed powodzią jest zwykle określana przez wymagania lokalne. Użytkownicy i właściciele gruntów są zobowiązani do przestrzegania przepisów, ale równie ważne przy wyborze projektu zarządzania wodami opadowymi są ograniczenia fizyczne, takie jak topografia, warunki gruntowe i trendy meteorologiczne.

Co to jest Leca® ?

Leca® KERAMZYT to lekkie kruszywo, wypalane z wysokoilastych glin pęczniejących. Naturalna glina jest suszona i wypalana w piecach obrotowych w temperaturze około 1200 °C. Powstały produkt jest mocnym materiałem ceramicznym z twardą skorupą i wewnętrzną strukturą z małych, wypełnionych powietrzem porów. Zastosowania opisane w tym poradniku wykorzystują zarówno okrągłe, jak i rozdrobnione kruszywo Leca® o różnych wielkościach ziaren.

Ogólna charakterystyka

Wszystkie rodzaje Leca® KERAMZYTU mogą być stosowane w większości rozwiązań do zarządzania wodą opadową. Małe, duże, pokruszone lub okrągłe ziarna kruszywa Leca® posiadają różną charakterystykę, ale wszystkie mają cechy wspólne:

- Powstają z naturalnego surowca.
- Są lekkie.
- Neutralne i chemicznie obojętne.
- Zapewniają dobry wzrost korzeni roślin.
- Zapewniają dobrą przepuszczalność powietrza i parametry hydrauliczne.
- Gwarantują stabilną jakość.
- Wykazują dużą izolacyjność cieplną i akustyczną.
- Są całkowicie ognioodporne.

Retencja

Właściwa retencja zapewnia stały i kontrolowany przepływ wody oraz zmniejsza ryzyko powodzi. Leca® KERAMZYT ma wysoce porowatą strukturę wewnętrzną i dużą ilość pustych przestrzeni między ziarnami. Ta właściwość pozwala opóźnić przepływ i zmniejszyć szczytową intensywność spływu. Tak więc Leca® KERAMZYT osłabi natężenie wody z ulewnych opadów poprzez jej powolne uwalnianie podczas i po deszczu. Walory retencyjne powierzchni roślinnych lub przepuszczalnych bez dodatkowej warstwy przejmującej wodę mogą być znacząco ograniczone. Dzięki Leca® KERAMZYTOWI można zmaksymalizować wykorzystanie takich powierzchni. To lekkie kruszywo stanowi solidne i niezawodne podłoże, które przechwytuje wodę i działa niezależnie od infiltracji gruntu.

Infiltracja

Idealne warunki gruntowe pozwalają na infiltrację wód powierzchniowych do poziomu wód gruntowych. Leca® KERAMZYT ma wiele porów i pustek powietrznych w przestrzeni międzyziarnowej, które tworzą miejsce do tymczasowego zatrzymywania wody, która następnie może przedostać się do gruntu przez infiltrację lub zostać odprowadzona do odbiornika. Ułatwiając infiltrację, uzyskuje się stałą redukcję objętości całkowitego odpływu dzięki czemu łatwiej jest kontrolować pozostałą część spływającej wody.

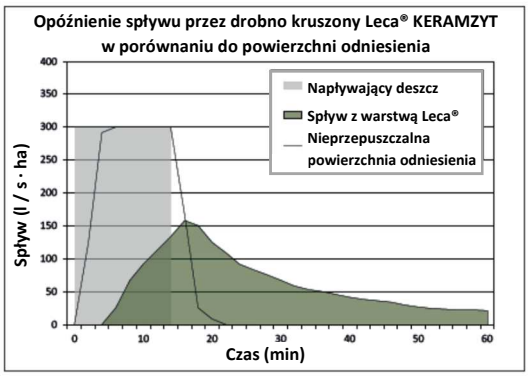
Drenaż

Leca® KERAMZYT doskonale nadaje się do zastosowań drenażowych. Duża ilość wolnych przestrzeni między ziarnami kruszywa pozwala na swobodny przepływ wody, którą można skierować do odbiorników, zarówno przy budowie rowów otwartych jak i zamkniętych systemów odwadniających. Jeśli istnieje potrzeba zachowania i ochrony naturalnych linii drenażowych, Leca® KERAMZYT można zastosować jako wspomagający materiał zasypowy bez zakłócania istniejącego systemu odwadniania. Najwyższą przewodność hydrauliczną wykazują kruszywa Leca® bez ziaren łamanych, umożliwiają one szybkie odprowadzenie dużych ilości wody podczas ekstremalnych opadów.

LECA® KERAMZYT I OCHRONA WÓD

Poniższe wykresy pokazują wyniki badań laboratoryjnych spływu, przeprowadzonych zgodnie z wytycznymi FLL (FLL 2008) dla trzech różnych rodzajów Leca® KERAMZYTU. Pokazują one maksymalne zmniejszenie intensywności spływu i zdolność zatrzymywania wody różnych rodzajów Leca® KERAMZYTU. Wyraźnie widać zdolność kruszywa Leca® do ciągłego zatrzymywania lub odprowadzania dużych ilości wody.

Powierzchnię próbną stanowi Leca® KERAMZYT całkowicie nasiąknięty wodą, czyli taki który osiągnął maksymalną absorbcję długoterminową. Dzięki temu nie ma ona wpływu na infiltrację lub jakikolwiek inny parametr. Wyniki zostały wyskalowane w celu dopasowania do powierzchni w hektarach (ha).

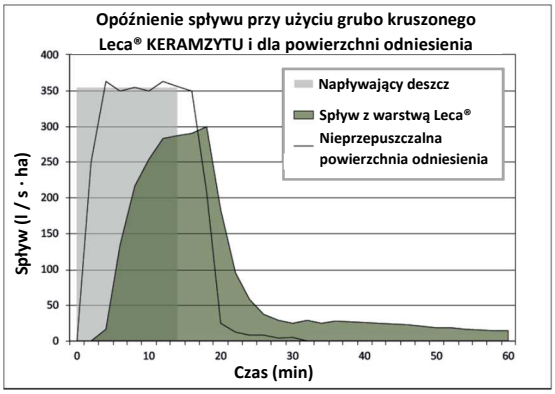


Drobno kruszony Leca® KERAMZYT
Wykres pokazuje wyniki laboratoryjne zachowania spływu dla drobno kruszonej frakcji Leca® KERAMZYTU. Symulowany jest ekstremalny 15-minutowy opad o intensywności 27 l/m^2, przy nachyleniu 2%. Szary obszar reprezentuje wielkość nadchodzącego opadu, a pojedyncza czarna linia jest intensywnością spływu dla obszaru referencyjnego (bez zatrzymania). Zielony obszar pokazuje spływ wody zatrzymanej przez 200 mm warstwę drobno kruszonego Leca® KERAMZYTU. Efekt zatrzymania jest wyraźnie widoczny, a łączna wielkość opóźnionego odpływu wynosi 71% w porównaniu do wartości odniesienia. Ponadto maksymalna szczytowa intensywność spływu jest zmniejszona o 53%.

Drobno kruszony Leca® KERAMZYT
(np. <6 mm) optymalny dla maksymalnego zatrzymywania wody. Materiał nadaje się szczególnie na zielone dachy i jako podłoże dla przepuszczalnej nawierzchni z kostek brukowych. Wszystkie frakcje Leca® KERAMZYTU mają wysoką odporność na kolmatację (zatykanie się materiału przepuszczającego wodę).

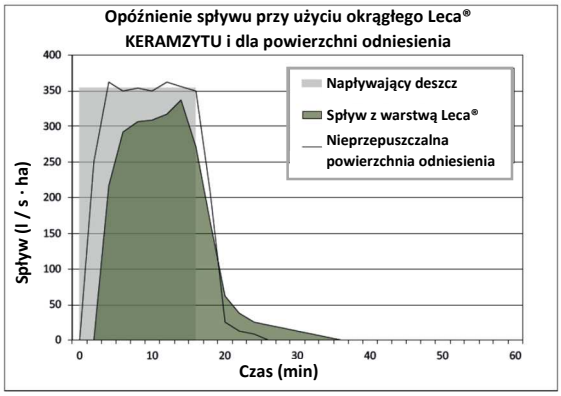
Grubo kruszony Leca® KERAMZYT
(np. 4-10 mm) pozbawiony drobnych ziaren, zawiera większe cząstki o wyższej przepuszczalności hydraulicznej. Najczęściej stosowany w sytuacjach, gdy należy unikać dużych wahań ciężaru z powodu absorpcji wody. Grubo kruszony Leca® KERAMZYT zachowuje niską gęstość nasypową.

Okrągły Leca® KERAMZYT
(np. 10-20 mm) jest dobry do odwadniania i magazynowania wody. Pomiędzy ziarnami znajduje się dużo wolnych przestrzeni możliwych do wypełnienia wodą. Okrągły, gruboziarnisty Leca® KERAMZYT jest również często stosowany jako zasypka drenażowa oraz do kształtowania terenu.



Grubo kruszony Leca® KERAMZYT

Wykres pokazuje wyniki badań laboratoryjnych spływu dla grubo kruszonej frakcji. Symulowany jest ekstremalny 15-minutowy opad o intensywności 36 l/m^2, przy nachyleniu 2%. Grubo kruszony Leca® KERAMZYT ma właściwości podobne do keramzytu drobno kruszonego, ale większe ziarna powodują szybszy drenaż. Zatrzymywane jest 41% dopływającej wody, a szczytowa intensywność jest zmniejszona o 35% w porównaniu z wartością odniesienia.



Okrągły Leca® KERAMZYT

Wykres pokazuje wyniki badań laboratoryjnych spływu dla gruboziarnistej, okrągłej frakcji. Symulowany jest ekstremalny 15-minutowy opad o intensywności 36 l/m^2, przy nachyleniu 2%. Podstawowym efektem jest drenaż, ale również zatrzymanie wody. Wysoka przepuszczalność tej frakcji keramzytu zapewnia stały i praktycznie nieograniczony przepływ wody. Jest to idealne rozwiązanie dla systemów, w których duże ilości wody muszą być łatwo odprowadzane przez warstwę Leca® KERAMZYTU.

Zastosowanie	**Drobno kruszony Leca® KERAMZYT**	**Grubo kruszony Leca® KERAMZYT**	**Okrągły gruboziarnisty Leca® KERAMZYT**
Filtrowanie i biofiltracja	DOBRZE DOSTOSOWANY	ODPOWIEDNI	OGRANICZONE ZASTOSOWANIE
Zatrzymanie wody w zielonych dachach	ODPOWIEDNI	DOBRZE DOSTOSOWANY	DOBRZE DOSTOSOWANY
Infiltracja	DOBRZE DOSTOSOWANY	DOBRZE DOSTOSOWANY	OGRANICZONE ZASTOSOWANIE
Zatrzymanie wody w ogrodach deszczowych, rowach i muldach	DOBRZE DOSTOSOWANY	ODPOWIEDNI	OGRANICZONE ZASTOSOWANIE
Zatrzymanie pod powierzchniami przepuszczalnymi	DOBRZE DOSTOSOWANY	DOBRZE DOSTOSOWANY	OGRANICZONE ZASTOSOWANIE
Ochrona przed mrozem i izolacja	OGRANICZONE ZASTOSOWANIE	ODPOWIEDNI	DOBRZE DOSTOSOWANY
Drenaż	OGRANICZONE ZASTOSOWANIE	ODPOWIEDNI	DOBRZE DOSTOSOWANY

Zatrzymanie wody deszczowej przez Leca® KERAMZYT

Poniższa tabela podsumowuje przybliżone zachowanie Leca® KERAMZYTU w zakresie zatrzymywania wody przy różnych grubościach warstw, 200 mm i 100 mm. Dane pochodzą z kontrolowanych badań laboratoryjnych ekstremalnych opadów deszczu i pokazują ile wody (w %) można spowolnić używając Leca® KERAMZYTU w porównaniu z nieprzepuszczalną, powierzchnią referencyjną. Redukcja maksymalnej intensywności odpływu ogranicza ryzyko przepełnienia systemu kanalizacyjnego. Ilość opóźnionej wody jest parametrem bezpośrednio związanym ze współczynnikiem spływu i reprezentuje całkowitą ilość wody, która jest tymczasowo zatrzymywana po 15 minutach intensywnych opadów. Właściwości zatrzymania i spływu zmienią się zależnie od intensywności deszczu.

Typ kruszywa Leca®	Drobno kruszony Leca® KERAMZYT		Grubo kruszony Leca® KERAMZYT		Okrągły Leca® KERAMZYT	
Intensywność deszczu	**300 l/s·ha**		**350 l/s·ha**		**350 l/s·ha**	
Grubość warstwy Leca®	**200 mm**	**100 mm**	**200 mm**	**100 mm**	**200 mm**	**100 mm**
Redukcja szczytowej intensywności spływu	**53%**	**45%**	**35%**	**18%**	**17%**	**6%**
Ilość spowolnionej wody po 45 min.	**70%**	**55%**	**40%**	**30%**	**20%**	**15%**

Aby dostosować się do zmian klimatu, należy wykorzystywać nowe i innowacyjne metody zarządzania odpływem wody.

Współczynnik spływu

Aby przewidzieć zachowanie spływu wody z danego obszaru, trzeba to obliczyć. Podstawowym wskaźnikiem powszechnie stosowanym do kwantyfikacji spływu wody z powierzchni jest współczynnik spływu (ψ).

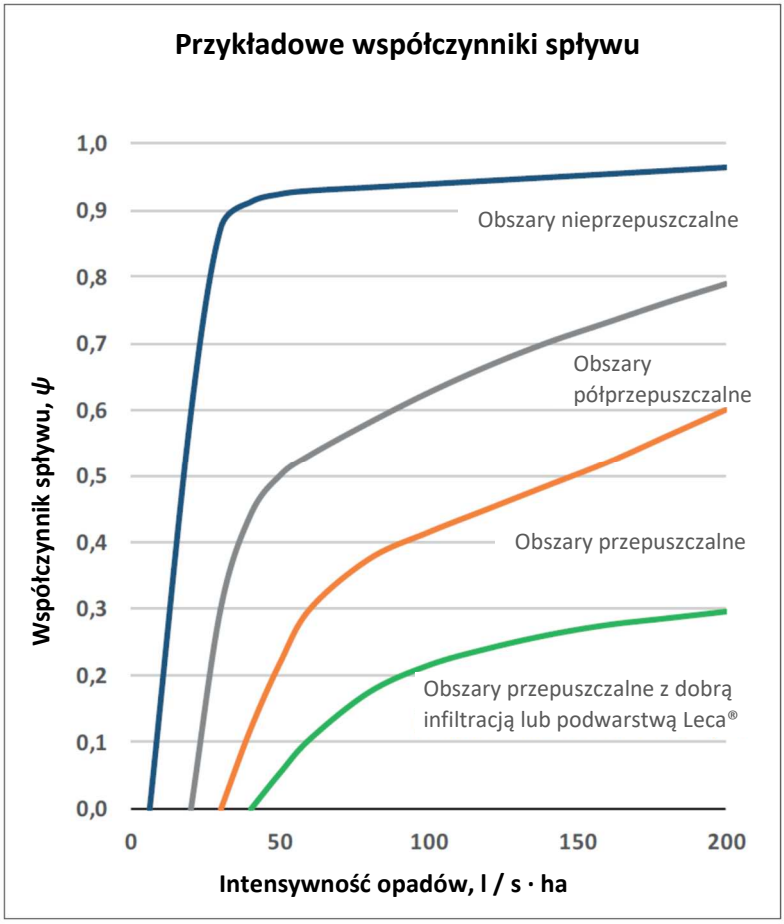
Współczynnik spływu (ψ) przyjmuje wartości od 0 do 1, zależnie od rodzaju i charakteru zlewni. Ψ to stosunek ilości wody, która spłynie z danego obszaru do ilości wody, która spadła na ten obszar. Obszary o małym stopniu infiltracji (np. chodniki) i szybkim odpływie (np. obszary o dużym pochyleniu) mają współczynnik zbliżony do 1, a przepuszczalne powierzchnie (takie jak grunty uprawne) są bliższe zeru. Współczynnik spływu (ψ) wyraża się:

$$\psi = \frac{\text{wielkość spływu z danej powierzchni}}{\text{wielkość opadu na daną powierzchnię}}$$

Ψ ma ograniczoną dokładność i pomija czynniki, które mogą wpływać na rzeczywistą wielkość spływu. Na przykład: ewapotranspiracja (proces parowania terenowego), naturalne linie drenażowe, pochylenia i zbocza, warunki przepływu, czynniki meteorologiczne, uwarunkowania dotyczące wód gruntowych i podglebia.

Zasadniczo współczynnik ten przeszacowuje zrzut wody, ale jego prostota sprawia, że jest to szybki sposób obliczenia odpływu. Tabele wartości współczynników spływu ψ są dostępne online. Zazwyczaj duże, płaskie obszary z przepuszczalnym gruntem i roślinnością mają najniższe wartości ψ - a obszary nieprzepuszczalne, takie jak asfalt, zwarte gliny i zbocza, mają przypisane najwyższe wartości ψ. Dla różnych rodzajów Leca® KERAMZYTU przeprowadzono badania w warunkach kontrolowanych, dzięki którym zmierzono i udokumentowano wartości współczynników spływu ψ.

Coraz częściej w zarządzaniu wodą stosuje się zaawansowane narzędzia do modelowania. Oprogramowania takie jak SWMM, MIKE Urban, MIKE 21 lub StormTac, wykorzystują zaawansowane obliczenia oparte również na innych zmiennych niż współczynnik spływu.



Przykłady zmiany współczynników spływu (ψ) dla różnych powierzchni przy rosnącym natężeniu deszczu. Przepuszczalna powierzchnia, w połączeniu z warstwą podpowierzchniową z Leca® KERAMZYTU, będzie odporna na wzrost spływu, nawet przy dużej intensywności opadów.

Im więcej deszczu, tym wyższy będzie współczynnik spływu, ponieważ podczas opadów powierzchnie nasycają się wodą. Leca® KERAMZYT działa w synergii z komponentami powierzchni i redukuje odpływ z całej konstrukcji jako warstwa podpowierzchniowa. Efekt zwiększa się wraz z grubością zastosowanej warstwy Leca®. Zastosowanie Leca® KERAMZYTU zwiększy elastyczność działania przepuszczalnych i półprzepuszczalnych powierzchni.

Rodzaj powierzchni, intensywność deszczu		Współczynnik spływu, ψ
Obszary nieprzepuszczalne	**Płaskie dachy, beton, zwarta zabudowa miejska, asfalty**	**0,9 – 1,0**
Obszary półprzepuszczalne	**Rozproszone budynki, drogi żwirowe, ubite nawierzchnie**	**0,3 – 0,9**
Obszary przepuszczalne	**Parki, lasy, przepuszczalne chodniki, obszary o wysokiej infiltracji**	**0,2 – 0,3**

W tabeli wymieniono różne powierzchnie i typowy dla nich zakres współczynników spływu (ψ) podczas intensywnych opadów deszczu. Leca® KERAMZYT jako podłoże zmniejsza ψ powierzchni w stopniu zależnym od jego rozdrobnienia i / lub grubości, a także intensywności opadów.

ZATRZYMYWANIE WODY DESZCZOWEJ PRZEZ LECA® KERAMZYT - ZASADY

Wymiarowanie odpływu na podstawie intensywności opadów (l/s), powierzchni i współczynnika spływu.

Poniższe instrukcje pokazują, jak określić ilość wody i intensywność jej spływu z danego obszaru. Mogą być wykorzystane przy planowaniu efektywnego, lokalnego zarządzania wodą. Niektóre gminy mogą mieć własne przepisy i metody obliczeń.

Spływ wody z powierzchni można zmniejszyć stosując rozwiązania, które tymczasowo lokalnie zatrzymują wodę.

Podstawowe obliczenia

Obliczenia spływu są zwykle wykonywane przy użyciu metody empirycznej. Metoda ta w najprostszej formie wyrażona jest jako:

$$Q = \psi \cdot i \cdot A$$

Q - odpływ wody deszczowej (l/s lub m^3/s)
ψ - współczynnik spływu
i - intensywność opadów (l/s lub m^3/s)
A - powierzchnia zlewni (m^2)

Metoda empiryczna została pierwotnie opracowana jako uproszczona analiza równomiernego odpływu wody na określonym obszarze. Powyższa podstawowa formuła nie obejmuje tymczasowego zatrzymywania opadu. Zakłada, że szczytowy stosunek spływu do intensywności opadu jest równy stosunkowi całkowitej objętości wody opadowej do całkowitego spływu. W razie potrzeby do tej formuły można wprowadzić inne zmienne, np.:

$$Q = \psi_S \cdot S_L \cdot i \cdot A \cdot K_f$$

Q - odpływ wody deszczowej (l/s lub m^3/s)
ψ_S - współczynnik spływu skorygowany o nachylenie, podłoże lub powierzchnię z wypełnieniem Leca® *
S_L - współczynnik magazynowania **
i - intensywność opadów (l/s lub m^3/s)
A - powierzchnia zlewni (m^2)
K_f - współczynnik klimatyczny (prognoza przyszłych opadów w uwzględnieniem zmian klimatycznych)

W konkretnych rozwiązaniach ostateczna wartość ψ dla zlewni jest zależna od przypadku. Potrzebne objętości Leca® KERAMZYTU można oszacować w oparciu o założenie ilości wody niezbędnej do zatrzymania. Należy pamiętać, że w wielu przypadkach dochodzi do przewymiarowania wielkości spływu wody i potrzeb jej zatrzymywania.

* Leca® KERAMZYT nie jest materiałem nawierzchniowym ale można go uznać za wpływający na wartość współczynnika spływu ψ_S, w zależności od sposobu zastosowania i rodzaju obliczeń.
** W przypadku Leca® KERAMZYTU jest to związane ze zdolnością do absorbcji wody i wynosi 0,95 lub mniej.

Typowe współczynniki ψ_S		Drobno kruszony Leca® KERAMZYT		Grubo kruszony Leca® KERAMZYT		Okrągły Leca® KERAMZYT	
Grubość warstwy Leca®		200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm
Intensywność opadów (l / s) na hektar	200	0,15	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	300	0,25	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
	400	0.40	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8

Tabela pokazuje szacunkowe współczynniki spływu (ψ_S) materiałów Leca®. Wartości opierają się na pomiarach laboratoryjnych dla 100 mm i 200 mm wstępnie zwilżonego kruszywa przy nachyleniu 2%. Wyniki zostały wyskalowane w celu dopasowania do powierzchni w hektarach (ha). Widać, że odpływ jest wolniejszy niż dopływ do systemu. Do testów wykorzystano tylko Leca® KERAMZYT bez udziału innych materiałów.

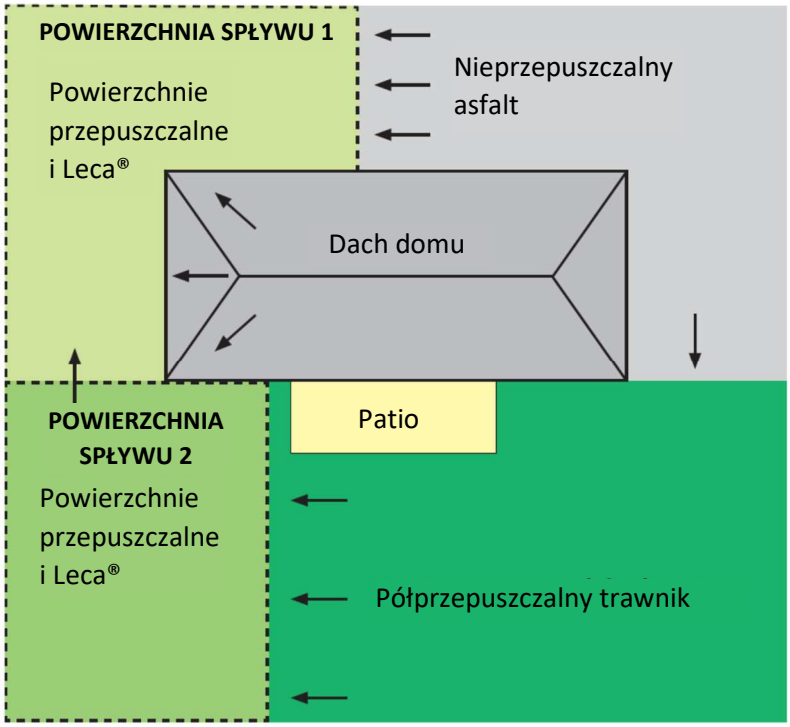
Leca® KERAMZYT może być stosowany do zmniejszenia lokalnych współczynników spływu jako alternatywa dla efektu naturalnej powierzchni i infiltracji. Podciąganie kapilarne porów i napięcie między wodą a ziarnami kruszywa symuluje mechanizmy występujące w środowisku naturalnym, takich jak lasy i łąki.

Podane w tej publikacji współczynniki spływu (ψ_S) dla Leca® KERAMZYTU dotyczą wyłącznie tego materiału. Warstwy powierzchniowe, takie jak trawa, rozchodniki, kostka brukowa oraz dodatkowe elementy, takie jak gleba, tkaniny, piasek, mają własne współczynniki spływu, które przyczyniają się do ogólnego zatrzymywania wody. Oznacza to, że warstwa Leca® KERAMZYTU będzie wspomagała zdolności retencyjne innych materiałów, które mają własne wartości ψ.

Poniższy przykład ilustruje, jak projektować i wykonywać konstrukcje z użyciem Leca® KERAMZYTU. Będzie on zatrzymywał wodę, drenował i wspomagał jej infiltrację do gruntu, zapobiegając tym samym zalewaniu i gromadzeniu się nadmiaru wody. Porowata struktura wewnętrzna będzie wchłaniać i magazynować wodę, a po opadach deszczu woda może być infiltrowana lub uwalniana do systemu drenażowego. Zmniejszenie spływu dzięki warstwie Leca® KERAMZYTU będzie współdziałać z wybraną warstwą powierzchniową i innymi naturalnymi elementami retencyjnymi.

Leca® KERAMZYT symuluje mechanizmy istniejące w środowisku naturalnym, a pod powierzchniami przepuszczalnymi i ciekami, kruszywo Leca® będzie działać jako materiał retencyjny o dużej pojemności.

Zastosowanie Leca® KERAMZYTU pod powierzchniami przepuszczalnymi zwiększa efekty ich działania. Powierzchnie takie jak trawa, gleba lub piasek uzyskują swoje współczynniki spływu z infiltracji, ssania kapilarnego i napięcia powierzchniowego, podobnie jest w przypadku Leca® KERAMZYTU.



Zlewnia może składać się ze stref o różnych współczynnikach spływu (ψ). Średni współczynnik spływu dla połączonych stref można obliczyć, mierząc lub szacując intensywności spływu dla poszczególnych obszarów:

$$\psi_{średni} = \frac{\psi_1 \cdot A_1 + \psi_2 \cdot A_2 + \ldots + \psi_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \ldots + A_n}$$

Aby obliczyć odpływ, należy dla danego obszaru zdefiniować parametry opadu. W naszym przykładzie zakładamy intensywność opadu deszczu równą 108 mm/h, co odpowiada i = 0,03 l/s m^{-2}.

Załóżmy zastosowanie na dwóch obszarach podpowierzchniowych warstw z Leca® KERAMZYTU o grubościach 200 mm i 100 mm o wartościach ψ odpowiednio 0,25 i 0,40 przy nachyleniu 2%. Pola powierzchni obszarów wynoszą 40 m^2 i 60 m^2 (patrz rysunek). Ilość wody dopływającej do tych obszarów, przy opadach deszczu 108 mm/h, wyniesie 10,8 m^3/h (0,03 l/s m^{-2}).

Obszar 1 (warstwa 200 mm kruszywa Leca®):
$\psi_1 = 0,25$
$A_1 = 60\ m^2$

Obszar 2 (warstwa 100 mm kruszywa Leca®):
$\psi_2 = 0,40$
$A_2 = 40\ m^2$

$$\psi_{średni} = \frac{0,25 \times 60\ m^2 + 0,40 \times 40\ m^2}{60\ m^2 + 40\ m^2} = 0,31$$

Stosując wzór, $Q = \psi \cdot i \cdot A$

Otrzymujemy:
$Q = 0,31 \cdot 0,03$ l/s $m^{-2} \cdot (60\ m^2 + 40\ m^2) = 0,93$ l/s = 3,35 m^3/godz. odpływu wody dla powierzchni 100 m^2.

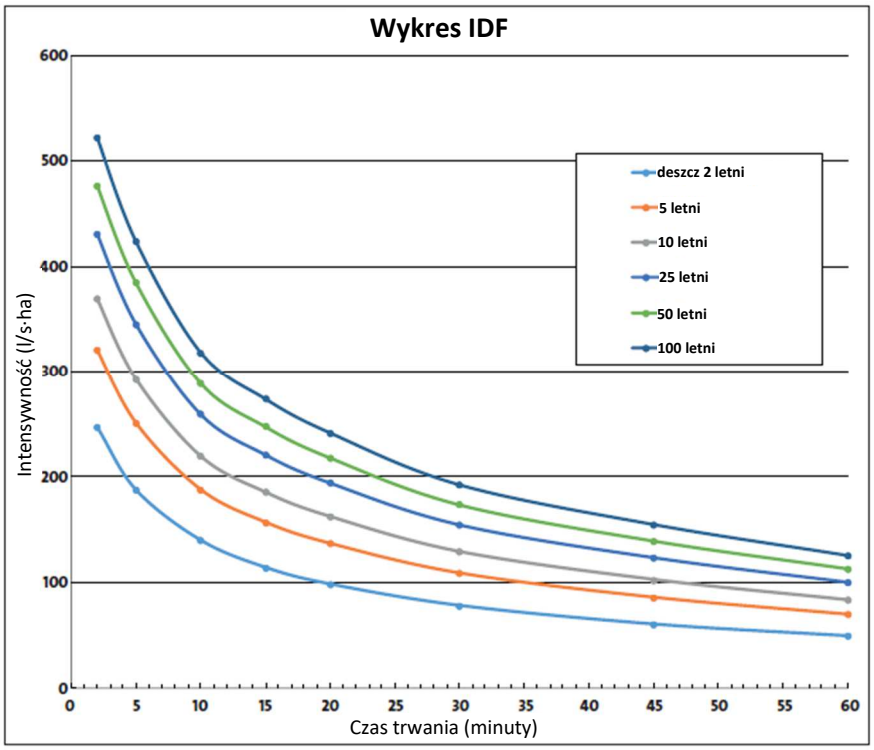
Dzięki zastosowaniu keramzytu, całkowita intensywność spływu dla obszarów 1 i 2 zmniejszy się z 10,8 m^3/godzinę do 3,78 m^3/godzinę. Zakładając opad wielkości 108 mm/h i ψ = 1 dla tych obszarów, bez stosowania retencji.

Naturalne powierzchnie przepuszczalne mają początkowo niski współczynnik spływu ψ, który może się szybko zwiększyć przy intensywnych opadach. Podpowierzchniowa warstwa Leca® KERAMZYTU zwiększa zatrzymanie wody i infiltrację, co pozwala naturalnej powierzchni dłużej utrzymać niską wartość ψ. Keramzyt szybko się regeneruje i jest gotowy na kolejne intensywne opady.

Krzywe intensywność - czas trwania - częstotliwość (IDF) są powszechnymi narzędziami do prognozowania powodzi i planowania projektów odwodnienia miast. Wykorzystuje się je do wymiarowania m.in. dla ekstremalnych opadów deszczu.

IDF wiąże intensywność (natężenie) opadów z czasem trwania i częstotliwością występowania. Wyznaczone zależności dotyczą konkretnego obszaru geograficznego. Używając wykresów IDF, można na podstawie wzorów oszacować oczekiwane odpływy. Należy przy tym mieć świadomość sezonowych zmian oraz różnych definicji powodzi i zdarzeń ekstremalnych.

Niekiedy mogą obowiązywać przepisy lokalne regulujące dozwoloną intensywność spływu niezależnie od prognoz opadów. Stosowanie IDF i wzorów empirycznych nadaje się do obliczania odpływu ze zlewni do 50 hektarów. W przypadku większych obszarów zlewni należy stosować metody bardziej zaawansowane lub oprogramowanie do modelowania.



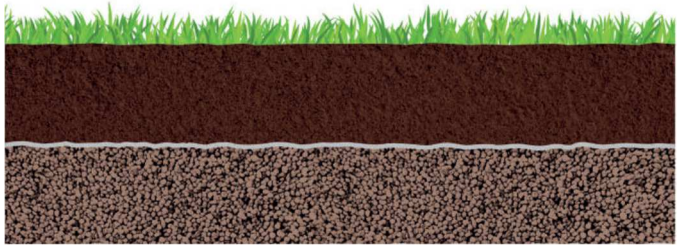
Jest to przykład krzywej intensywność-czas-częstotliwość opadu (IDF) dla części Oslo w Norwegii. Na podstawie IDF można określić wymagania i określić skuteczność rozwiązań dla określonego obszaru zlewni. Krzywe są tworzone na podstawie lokalnych danych meteorologicznych i są specyficzne dla danego regionu.

KONSTRUKCJE PRZEPUSZCZALNE

Poniższe przykłady ilustrują, sposoby zastosowania Leca® KERAMZYTU jako podpowierzchniowej warstwy retencyjnej.

Rozwiązanie można skonstruować jako system otwarty, wykorzystujący naturalną zdolność zatrzymywania wody przez kruszywo Leca®. Alternatywnie, można zastosować rozwiązanie retencyjne z ograniczonym odpływem wody. W takim przypadku retencję określa ψ i prędkość przepływu. Gdy woda jest gromadzona w ten sposób, Leca® KERAMZYT zapewnia głównie przestrzeń do zatrzymywania i przechowywania wody. Należy to rozpatrywać jako połączenie rozwiązań. Oceny elementów składowych należy dokonać niezależnie i oszacować odpowiedni współczynnik spływu (ψ) dla kompletnego rozwiązania.

Testy laboratoryjne wykazują, że zintegrowane konstrukcje przepuszczalne z zastosowaniem Leca® KERAMZYTU mają niższe współczynniki spływu (ψ) niż każda z powierzchni oddzielnie (sama nawierzchnia przepuszczalna lub sama warstwa kruszywa Leca®). Połączone warstwy mogą działać synergicznie. Jeżeli np. nawierzchnia z kostki brukowej oraz warstwa Leca® KERAMZYTU podczas oddzielnego badania uzyskały współczynnik spływu 0,4, to łączne zastosowanie obu warstw zmniejszyło go do 0,2.



Przykładowa konstrukcja 1

Ta ilustracja pokazuje, w jaki sposób wykorzystać Leca® KERAMZYT przy budowie ogrodów deszczowych, płytkich rowów, zielonych dachów i terenów zielonych. Zalecane jest minimum 100 mm kruszywa, jednak jego grubsza warstwa zwiększy skuteczność rozwiązania. Warstwa Leca® KERAMZYTU osusza wierzchnią warstwę nasyconego wodą gruntu, aż do osiągnięcia swej maksymalnej pojemności. Następnie po odprowadzeniu nagromadzonej wody szybko się regeneruje powracając do swej pierwotnej pojemności. W przypadku wszystkich rozwiązań kruszywo Leca® zapobiega zalaniom i podtopieniom, zapewnia tymczasowe zatrzymywanie i przechowywanie wody. Takie konstrukcje są często nazywane rozwiązaniami niebiesko-zielonymi.

Przykładowa konstrukcja 2

Przepuszczalna powierzchnia z kostki brukowej to dobry sposób na wykorzystanie do celów retencyjnych przestrzeni przeznaczonej dla ruchu pieszego. W takim przypadku najlepiej sprawdzą się drobne frakcje Leca® KERAMZYTU. W niektórych przypadkach można pominąć podbudowę z piasku, wtedy do stabilizacji powierzchni stosuje się kratki lub siatki z tworzyw sztucznych. Takie rozwiązania nazywane są często niebiesko-szarymi. Są idealne do tworzenia różnorodnych przestrzeni, na dachach płaskich, nad podziemnymi garażami i na patiach. W razie potrzeby można jeszcze dodać warstwę izolacji termicznej.

Przykładowa konstrukcja 3

Funkcje zarządzania wodą można również nadać strukturom nośnym. Ilustracja pokazuje przykładową konstrukcję dla ruchu kołowego z dodatkową przestrzenią do zatrzymania i infiltracji. Na wypełnieniu z kruszywa Leca® przykrytym geowłókniną, znajduję się przepuszczalna warstwa nośna z kruszywa łamanego i piasku. Leca® KERAMZYT od dziesięcioleci jest stosowany w geotechnice, jako lekki materiał wypełniający. W związku z tym doświadczenia i zasady znane z geotechnicznych zastosowań Leca® KERAMZYTU można wykorzystać i połączyć z funkcją zarządzania wodą.

PODZIEMNE ZBIORNIKI RETENCYJNE I INFILTRACYJNE

Leca® KERAMZYT może być stosowany w podziemnych przestrzeniach do zbierania wody deszczowej w celu jej infiltracji i przechowywania. Wysoka porowatość i duża przestrzeń międzyziarnowa sprawiają, że Leca® KERAMZYT jest skutecznym rozwiązaniem do budowy podziemnych zbiorników retencyjnych o zdolności infiltracyjnej. Kruszywo Leca® jest bardzo łatwe i szybkie w aplikacji. W razie potrzeby może być „wdmuchiwane" za pomocą sprężonego powietrza.

Jako warstwa podpowierzchniowa Leca® KERAMZYT jest niewidocznym elementem rozwiązań zarządzania wodą. Stosując kruszywo Leca® pod naturalnymi, przepuszczalnymi powierzchniami, takimi jak trawa, piasek lub gleba uzyskujemy lepszą, szybką infiltrację i zatrzymywanie wody.

Poniżej przedstawiono przykładowe obliczenie niezbędnej głębokości (h) Leca® KERAMZYTU, przy założeniu 24-godzinnej absorpcji wody i 10% kompresji okrągłego gruboziarnistego kruszywa, frakcji 8-20 mm. Ilość Leca® KERAMZYTU jest obliczana na podstawie objętości dostępnej w przestrzeni międzyziarnowej.

Aby określić objętość Leca® KERAMZYTU potrzebną do przechowywania / infiltracji wody w podziemnym zbiorniku, używa się równania:

$$h = \frac{V_d/V_p}{A}$$

h = głębokość wypełnienia Leca® LWA (m)
A = obszar infiltracji / zatrzymania (m^2)
V_d = maksymalna objętość wody (m^3)
V_p = współczynnik całkowitej porowatości i pustek dostępnych dla wody

Do zatrzymania 8 m^3 wody na powierzchni 10 m^2 potrzebna będzie warstwa Leca® KERAMZYTU grubości (h):

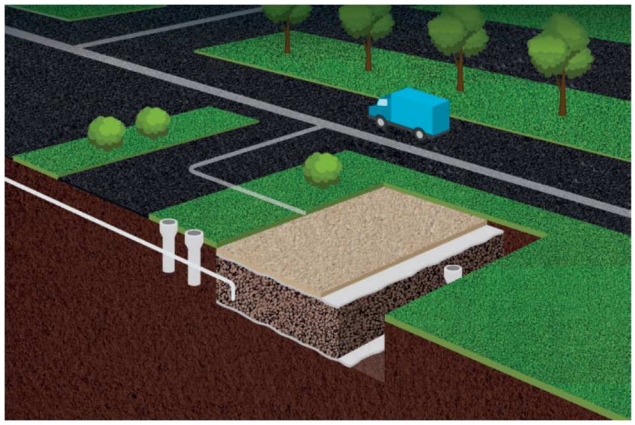
V_d = 8 m^3 wody
V_p = 0,45 (45 %)
A = obszar infiltracji / zatrzymania = 10 m^2

$$h = \frac{8\ m^3 / 0{,}45}{10\ m^2} = 1{,}8\ \text{m grubości}$$

1,8-metrowa warstwa Leca LWA o powierzchni 10 m^2 spełni wymagania dotyczące pojemności wodnej.

Przy projektowaniu basenów infiltracyjnych bardzo ważne jest rozpoznanie warunków gruntowych, ponieważ właściwości gruntów mogą ograniczyć zdolność infiltracji. Oceny gruntu należy dokonać na podstawie danych literaturowych lub badań. Przy projektowaniu infiltracji należy wziąć pod uwagę następujące parametry.

Przepuszczalność hydrauliczna (m/dzień)
Prędkość przepływu wody przez grunt. Wielkość ziaren i stopień zagęszczenia gruntu rodzimego mają zasadniczy wpływ na jego przepuszczalność.



Ilustracja pokazuje podziemną infiltrację lub basen retencyjny. Leca® KERAMZYT ma wysoką wytrzymałość mechaniczną, jest lekki i może być łatwo instalowany nawet w dużych i niedostępnych konstrukcjach. Kruszywo Leca® jest całkowicie stabilne na nierównym podłożu i może być podawany za pomocą pneumatycznego wydmuchu.

Wydajność infiltracji (m^3/m^2 dzień-1)

Przepuszczalność podłoża ogranicza ilość wody, która może przedostać się do poziomu wód gruntowych. Krzywa uziarnienia i przepuszczalność gruntu oraz objętość (m^3) wpływającej wody opadowej określają maksymalną zdolność do infiltracji lub przesiąkania do drenażu.

Wydajność hydrauliczna (m^3/dzień)

Objętość wody, która w określonym czasie może przepłynąć przez daną warstwę. Wydajność hydrauliczna ogranicza ilość wody, którą może przyjąć warstwa bez nasycenia i wzrostu poziomu wód gruntowych.

Osady i przelewy

Zawieszone ciała stałe, piasek i inne zanieczyszczenia można usunąć do stawów retencyjnych i infiltracyjnych. Zatkanie jest zagrożeniem dla wszystkich systemów odwodnień i dlatego powinny być chronione przez baseny sedymentacyjne oraz posiadać wyloty awaryjne. Bardzo duża objętość pustych przestrzeni między ziarnami Leca® KERAMZYTU zapewnia wysoką odporność na zatykanie przez zawieszone ciała stałe i inne cząstki. Ta właściwość zapewnia dużą redundancję, zmniejsza potrzeby związane z konserwacją i wydłuża okres eksploatacji konstrukcji.

Przepuszczalność (m / s)			
Wysoka	Umiarkowana	Niska	Bardzo niska
Kamienie, żwir, Leca® KERAMZYT okrągły	**Leca® KERAMZYT drobnoziarnisty, piasek, muł i gleby**	**Drobny piasek, wapień, muł, gliny**	**Gliny, łupki ilaste, podłoże skalne**

> 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} <

Leca® KERAMZYT zapewnia przepuszczalność hydrauliczną wody od umiarkowanej do wysokiej. Zależy to od stopnia rozkruszenia i wielkości ziaren. Właściwości te można określić, a zatem Leca® KERAMZYT można dopasować do szerokiej gamy zastosowań.

Leca® KERAMZYT doskonale nadaje się do podziemnych zbiorników do infiltracji i zatrzymywania wody. Porowata struktura zapewnia tymczasowe wchłanianie wody, a puste przestrzenie między ziarnami dają dużą objętość, dostępną do jej magazynowania. Leca® KERAMZYT jest łatwy w instalacji i stanowi alternatywę dla otwartych basenów, zbiorników magazynowych lub rur odwadniających. Kruszywo Leca® jest stabilne i przenosi duże obciążenia, dlatego może być stosowane do lekkich wypełnień w połączeniu z zarządzaniem wodną.

INFORMACJE TECHNICZNE I DANE PRODUKTU

Charakterystyczne właściwości trzech rodzajów Leca® KERAMZYTU dla zarządzania wodą.

Własność	Jednostka	Uwagi			
Kod produktu			2-4 kruszony	4-10	10-20
Kształt cząstek			Kruszone	Okrągłe	Okrągłe
Rozmiar kruszywa	d / D mm		2/4	4/10	10/20
Gęstość nasypowa suchego kruszywa z 10% zagęszczeniem *	kg/m^3	+/- 15%	285	320	290
Puste przestrzenie	% objętościowo	porowatość keramzytu luzem	55	45	45
Absorpcja wody (EN 1097-10)	% objętościowo / % wagowo	5 min	11/39	6/19	3/10
		1 h	12/42	8/25	4/14
		24 h	16/55	12/36	10/35
	l/m^3	1 h	120	80	40
Przepuszczalność, k	m/s	w przybliżeniu	0,05	0,10	0,36
Współczynnik spływu, C	27 mm / h wody odpływ/napływ po 15min	warstwa 100 mm	0,45	0,60	0,80
		warstwa 200mm	0,30	0,50	0,70
Gęstość nasypowa **	kg/m^3	mokry	440	430	390
Przewodność cieplna	W/(mK)	suchy	0,14	0,095	0,095
		mokry	0,17	0,12	0,114
* EN 1097-3, 10 uderzeń ** po 24 godzinach zanurzenia w wodzie i 10% zagęszczeniu					

Tabela pokazuje charakterystyczne wartości dla różnych rodzajów Leca® KERAMZYTU. Należy pamiętać, że wchłanianie wody jest nieodłączną właściwością kruszywa Leca®. Jest to ilość wody zmagazynowanej przez absorpcję oraz ssanie kapilarne do wewnętrznych porów ziaren Leca® KERAMZYTU.

Leca® KERAMZYT absorbuje i zatrzymuje wodę

Powszechnym sposobem klasyfikacji zdolności zatrzymywania wody jest absorpcja w całej objętości materiału. Jednak dla Leca® KERAMZYTU zdolność absorpcji wewnętrznych porów nie jest głównym mechanizmem zatrzymania i ograniczenia szczytowego spływu wody. Stanowi ona jedynie 5-15% jego objętości, w zależności od rodzaju i czasu namakania. Zalecana wartość projektowa to 24-godzinne wchłanianie wody. Zaabsorbowana woda jest stopniowo uwalniana poprzez ewapotranspirację (parowanie terenowe) , pod warunkiem, że nie jest ponownie nawilżona.

Absorpcja wody zapewnia zmniejszenie całkowitego odpływu, ale zdolność zatrzymania wody przez Leca® KERAMZYT jest znacznie wyższa niż sama zdolność absorpcji. Wynika to z jego otwartej porowatości zewnętrznej i dużej powierzchni właściwej. Adsorpcja na powierzchni zachodzi niezależnie od zdolności wewnętrznej absorpcji i otaczających gruntów. Kiedy wewnętrzna zdolność absorpcji zostanie wyczerpana, kruszywo Leca® będzie nadal zatrzymywało wodę, jak pokazano wcześniej. Ta właściwość sprawia, że Leca® KERAMZYT działa elastycznie, stale regenerując swą zdolność zatrzymywania wody. Nawet wtedy gdy jest narażony na kolejne lub długotrwałe opady deszczu.

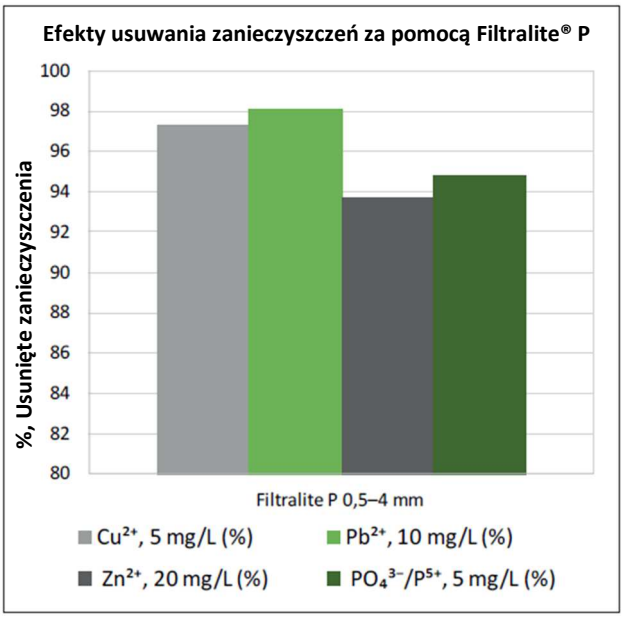
FILTRACJA I KONTROLA ZANIECZYSZCZEŃ

Wiadomo, że materiały Leca® mają właściwości filtrujące, które poprawiają jakość wody. Poprzez zastosowanie Leca® KERAMZYTU do biofiltrów lub pasów filtracyjnych, można usunąć dużą ilość zanieczyszczeń i metali ciężkich spływających z infrastruktury drogowej i parkingów. Materiały Leca® można stosować w mieszankach glebowych lub jako samodzielną podwarstwę, na przykład w rowach drenażowych. Przyczynią się one do zatrzymania lub rozkładu zanieczyszczeń.

Filtralite® P

Filtralite® P jest wysoce wyspecjalizowanym rodzajem keramzytu, dostosowanym do bezpośredniego filtrowania wody odpływowej, zanieczyszczonej metalami ciężkimi, fosforem i innymi rozpuszczonymi zanieczyszczeniami. Zanieczyszczenia spłukiwanie wodą opadową można zatrzymać za pomocą pasów filtracyjnych wykonanych z Filtralite® P w bezpośrednim sąsiedztwie infrastruktury drogowej. Filtr działa poprzez wytrącanie, a następnie trwałe związanie napływających zanieczyszczeń.

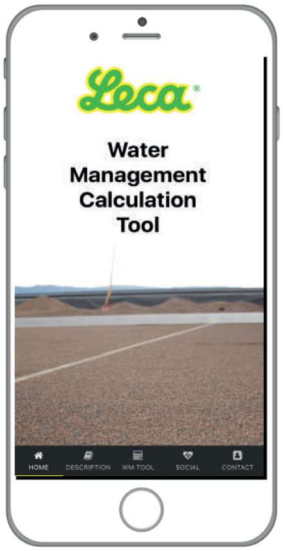
Rodzaj produktu	Przykładowy rozmiar ziarna (mm)	Zastosowania w zarządzaniu wodą opadową	Korzyści
Filtralite P	0,5-4 mm	Niezależna warstwa filtracyjna, część warstwy drenażowej	Specjalistyczny środek filtrujący do usuwania stałych i rozpuszczonych zanieczyszczeń, takich jak metale ciężkie, fosforany i zawiesiny
Drobno kruszony Leca® KERAMZYT	0-6 mm	Samodzielny filtr lub składnik mieszanki glebowej do biofiltracji	Małe i kruszone kruszywo Leca®, o wysokiej porowatości i zdolności do wiązania zanieczyszczeń
Okrągły Leca® KERAMZYT	10-20 mm	Warstwa drenażowa. Stawy retencyjne	Wysoka przepuszczalność wody. Przestrzeń międzyziarnową można wykorzystać do tymczasowego magazynowania wody. Dobra izolacja termiczna. Wysoka nośność



Wyniki badań usuwania wybranych metali ciężkich z wody opadowej przez filtrację z użyciem Leca® KERAMZYTU. Woda o wysokich stężeniach rozpuszczonych metali ciężkich została przetestowana laboratoryjnie w kolumnach symulujących spłukiwanie zanieczyszczeń. (STORMFILTER: Projektowanie systemów infiltracyjnych dla wód opadowych w miastach, jakość i wielkość, 2015-2017)

Filtrowanie i biofiltracja

Ze względu na bardzo porowatą strukturę i dużą powierzchnię pokruszonych ziaren, Leca® KERAMZYT doskonale nadaje się do oczyszczania wody deszczowej. Kruszywo Leca® może fizycznie, biologicznie lub chemicznie wiązać zarówno cząstki rozpuszczone, jak i stałe. Keramzyt od dawna jest używany do uzdatniania wody i wykazuje dużą odporność na zatykanie. Lokalne środowisko może być chronione przez zatrzymanie i usunięcie zanieczyszczeń, które w przeciwnym razie trafiłyby gdzie indziej. Leca® KERAMZYT jako rozwiązanie filtrujące wykazuje niskie koszty eksploatacyjne i długą żywotność.

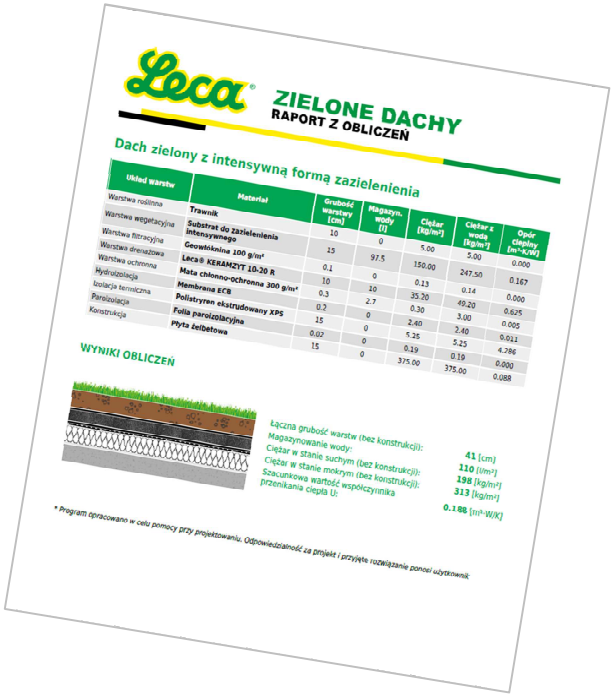


Pobierz naszą aplikację Stormwater

LecaCalc to aplikacja na system iOS i Android, prezentująca możliwości Leca® w zarządzaniu wodą deszczową. Aplikacja umożliwia wypróbowanie różnych kombinacji rozwiązań i natężenia deszczu. Odpływ obliczany jest automatycznie w zależności od użytego materiału i projektu, dając użytkownikowi szybką informację o możliwej wydajności. LecaCalc jest łatwym i użytecznym narzędziem do przeglądu rozwiązań z Leca® w retencji i infiltracji. Jeśli robisz zielone dachy, ogrody deszczowe, systemy odwodnień lub drenaże, powinieneś sprawdzić LecaCalc. Dostępny w Google Play i AppStore.

Sprawdź nasz kalkulator online Leca®
Zielony dach

Leca Polska udostępniła kalkulator online dla tych, którzy planują zagospodarować powierzchnie dachów. Kalkulator zawiera szczegółowe informacje na temat budowy zielonych lub niebiesko-szarych rozwiązań z zastosowaniem Leca® KERAMZYTU. Opisuje metodologię zgodną z lokalnymi wytycznymi budowlanymi. Wystarczy wpisać rodzaj dachu, zielony lub komunikacyjny, wybrać rodzaj zazielenienia lub ruchu, a następnie dobrać preferowane materiały budowlane i podstawowe parametry. Kalkulator online może zaproponować zalecany układ i rodzaj materiałów. Generuje raport w formacie pdf. Oblicza parametry rozwiązania, takie jak ilość zatrzymywanej wody, izolacyjność termiczną i ciężar. Skorzystaj z naszego kalkulatora do zielonych dachów Leca® pod adresem:


Leca
ZIELONE DACHY
RAPORT Z OBLICZEŃ
Dach zielony z intensywną formą zazielenienia
WYNIKI OBLICZEŃ
* Program opracowano w celu pomocy przy projektowaniu. Odpowiedzialność za projekt i przyjęte rozwiązanie ponosi użytkownik

https://leca.pl/dla-projektanta/kalkulatory/kalkulator-dachy-zielone/

UWAGA

Informacje zawarte w tej publikacji oparte są na naszej obecnej wiedzy i doświadczeniu z produktami Leca. Zdjęcia, ilustracje i przedstawienia Leca oraz sugerowane zastosowania należy traktować jako przykładowe. Nie stanowią one dokumentacji projektowej i nie należy ich bezpośrednio kopiować do opracowania.

Dostarczone dane dotyczące spływu są wartościami z badań laboratoryjnych, badań pilotażowych i literatury. Zawarte wykresy i dane pochodzą z niezależnych, pojedynczych prób z badań stron trzecich, a zachowanie materiałów może się różnić w ukończonych instalacjach na pełną skalę. Obowiązkiem użytkownika jest używanie produktów Leca zgodnie z przeznaczeniem oraz przeprowadzanie kontroli wydajności w kompletnych systemach. Użytkownik jest odpowiedzialny za szkody, jeśli produkty są używane niezgodnie z przeznaczeniem lub do niewłaściwych zastosowań. Leca International może dostarczyć dokumentację i porady dotyczące stosowania produktów Leca® do celów gospodarki wodnej.