



Ekobudex Sp. z o.o.

rozsączanie • retencja • magazynowanie



Podręcznik projektowania

KOMORY DRENAŻOWE SC
ODWODNIENIA NOWEJ GENERACJI
AT/2007-03-2251

1. Wprowadzenie	3
1.1. Wstęp	3
1.2. Nowa era w gospodarce wodami deszczowymi	3
1.3. Konsultacje techniczne podczas projektowania	3
2. Informacje ogólne	4
2.1. Materiały wyjściowe do projektowania	4
2.2. Podstawowe przepisy prawne	4
2.3. Wiadomości wstępne dotyczące komór	5
3. Komory drenażowe SC	8
3.1. Rodzaje i dobór komór	8
3.2. Pokrywy skrajne	10
4. Projektowanie systemów komór drenażowych	11
4.1. Rodzaje systemów komór drenażowych	11
4.2. Wstępne rozpoznanie lokalizacji	14
4.3. Komory drenażowe w niskich temperaturach	15
4.4. Projektowanie w podłożu z bardzo luźnych piasków	15
4.5. Określenie wielkości systemu	16
4.6. Materiałowy arkusz roboczy	20
4.7. Zawartość projektu	21
5. Posadowienie komór, wymagane materiały	22
5.1. Wymagania	22
5.2. Słabsze gleby	22
5.3. Odstępy pomiędzy komorami	22
5.4. Oddzielenie rzędów komór	22
5.5. Kamień okalający komory	22
5.6. Wymagania dotyczące separacji przy pomocy warstwy geowłókniny	22
5.7. Wypełnienie powyżej komór	23
5.8. Natężenia przepływów poprzecznych	24
6. Wykonawstwo robót i instalacja systemu	25
6.1. Uwagi wstępne	25
6.2. Organizacja placu budowy	25
6.3. Montaż komór drenażowych	26
7. Eksploatacja i konserwacja systemów	28
8. Rysunki szczegółowe	29
9. Gwarancja	31
10. Formularz doboru komór drenażowych SC	32

1 Wprowadzenie

1.1. Wstęp

Systemy do zagospodarowywania wód deszczowych zbudowane z komór drenazowych SC gromadzą i infiltrują wody deszczowe do gruntu z dróg, autostrad oraz zurbanizowanych terenów miejskich. Wszechstronność ich zastosowania sprawdziła się zarówno w wielkich projektach przemysłowych i sportowych, jak również w rozwiązaniach indywidualnych, takich jak odwadnianie dachów domów jednorodzinnych. Komory drenazowe zapewniają ochronę i uzupełnienie zasobów wód podziemnych oraz ograniczają zagrożenia powodziowe.

1.2. Nowa era w gospodarce wodami deszczowymi

Komory drenazowe SC są nowoczesną, wytrzymałą konstrukcją z wysokowytrzymałego tworzywa, która powstała w wyniku długoletnich prac badawczych, rozwojowych, projektowych oraz wykonawczych. Kształt komory został zaprojektowany w oparciu o normy do budowy mostów (AASHTO). Wiele unikalnych cech komór drenazowych SC może przynieść korzyści Inwestorowi, Projektantowi oraz Wykonawcy. Komory drenazowe są zaprojektowane na obciążenia ziemne oraz obciążenia ruchem kołowym samochodów osobowych i ciężarowych 14,5 tony/oś samochodu, pod warunkiem, że instalacja systemu zostanie dokonana zgodnie z wymaganiami niniejszego podręcznika.

Komory drenazowe SC otrzymały Aprobata Techniczną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów AT/ 2007-03-2251. Zostały poddane rygorystycznym testom w skali naturalnej. Testy wykonano dla pełnego zakresu stosowania komór drenazowych uwzględniając zalecane warstwy i rodzaje tłucznia oraz głębokości posadowienia komór. Przebadano wytrzymałość komór pod obciążeniami ruchomymi oraz trwałość systemu.

1.3. Konsultacje techniczne podczas projektowania

Konsultanci techniczni firmy Ekobudex Sp. z o.o. są do dyspozycji przy sprawdzaniu projektów zagospodarowania wód deszczowych w systemach komorowych. Udzielają pomocy przy opracowywaniu projektów zamiennych na system komór drenazowych.

Do zakresu podstawowych obowiązków projektanta należy zagwarantowanie, że zaprojektowany system wód deszczowych spełnia postanowienia stosownych przepisów prawnych. Systemy z komór drenazowych SC muszą być zaprojektowane oraz zainstalowane zgodnie z wymaganiami określonymi w tym podręczniku.



2 Informacje ogólne

2.1. Materiały wyjściowe do projektowania

Podstawowymi materiałami do projektowania są: niniejszy podręcznik oraz Aprobata Techniczna IBDiM. W podręczniku wykorzystano następujące pozycje książkowe:

- „Odwodnienie obiektów i terenów budowlanych” oprac. Janusz Sokołowski – Biuletyn Informacyjny „Melioracje Rolne”, 1976 r.;
- „Podstawy melioracji rolnych” t. I i II, oprac. zbiorowe, PWRiL, 1986 r.;
- „Geotechnika”, Wiłun, WKŁ, 2007 r.;
- „Wodociągi i kanalizacje”, oprac. zbiorowe, wyd. Arkady, 1991 r.;
- „Hydrogeologia ogólna”, Pazdro i Kozerski, Wydawnictwa Geologiczne, 1990 r.;
- „Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami wód opadowych z kanalizacji deszczowej i półrozdzielczej”, Fidała-Szope, IOŚ, 1997 r.;
- „Odwodnienie dróg”, Roman Edel, WKŁ, 2006 r.;
- „Urządzenia kanalizacyjne na terenach zurbanizowanych” oprac. H. Sawicka-Siarkiewicz, P. Błaszczak, Wydawnictwo IOŚ, 2007 r.

2.2. Podstawowe przepisy prawne

Ustawy (stan prawny – grudzień 2010):

1. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (DzU z dnia 11 października 2001 r. Nr 115, poz. 1229); tekst jednolity z 2005-11-18 (DzU 2005 Nr 239, poz. 2019), zmiany: DzU 2007 Nr 21, poz. 125; DzU 2006 Nr 170, poz. 1217, Nr 227, poz. 1658; DzU 2005 Nr 267, poz. 2255.
2. Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (DzU 2006 r. Nr 123, poz. 858).
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (DzU z 20 czerwca 2001 r. Nr 62, poz. 627); tekst jednolity z 2006-07-04 (DzU 2006 Nr 129, poz. 902), zmiany: DzU 2007 Nr 21, poz. 124; DzU 2006 Nr 169, poz. 1199, Nr 170, poz. 1217, Nr 249, poz. 1832.

Rozporządzenia (stan prawny – marzec 2008)

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (DzU z 31 lipca 2006 r. Nr 137, poz. 984).
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 marca 2003 r. w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska (DzU z 31 marca 2003 r. Nr 55, poz. 477).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (DzU z 15 lutego 2002 r. Nr 12, poz. 116).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690).

2 Informacje ogólne

2.3. Wiadomości wstępne dotyczące komór drenażowych SC

Komory drenażowe zostały wprowadzone w Stanach Zjednoczonych w latach osiemdziesiątych XX wieku, jako nowatorski podziemny system do miejscowego zagospodarowywania wód deszczowych. Od tego czasu konstrukcje komór drenażowych są stale unowocześniane i montowane na całym świecie w milionach sztuk.

2.3.1. Zastosowanie komór drenażowych SC i możliwości projektowe

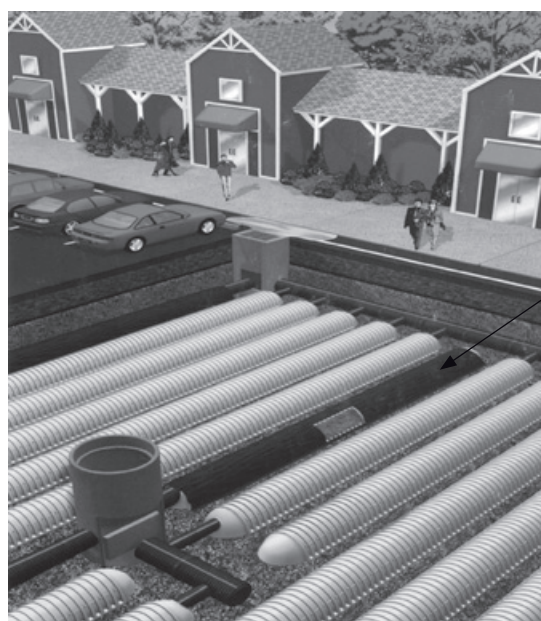
System komór drenażowych SC to alternatywne rozwiązanie dla tradycyjnych zbiorników retencyjnych, studni chłonnych, rurowych drenaży rozsączających, trawiastych rowów odwadniających i innych systemów zagospodarowania wód deszczowych i roztopowych.

Komory drenażowe SC mogą być wykorzystywane w obiektach komercyjnych, komunalnych, przemysłowych, rekreacyjnych oraz mieszkalnych z możliwością ich instalowania pod parkingami oraz drogami publicznymi (14,5 tony/oś samochodu), a także na obszarach o wysokim poziomie wód gruntowych.

System komór jest bardzo elastyczny w projektowaniu. Komory mogą być montowane w wykopach różnych rozmiarów oraz kształtów. Komory mogą być stosowane pojedynczo (np. pod każdą rurą spustową) lub w zespołach. Systemy komór drenażowych mogą być zaprojektowane wokół istniejących elementów infrastrukturalnych, konstrukcji zbudowanych ręką człowieka oraz struktur naturalnych. Wszystko to sprawia, że system ten można zastosować w prawie każdych warunkach terenowych i na każdym placu budowy oraz dokonać zamiany wcześniej zaprojektowanego systemu na system komorowy.

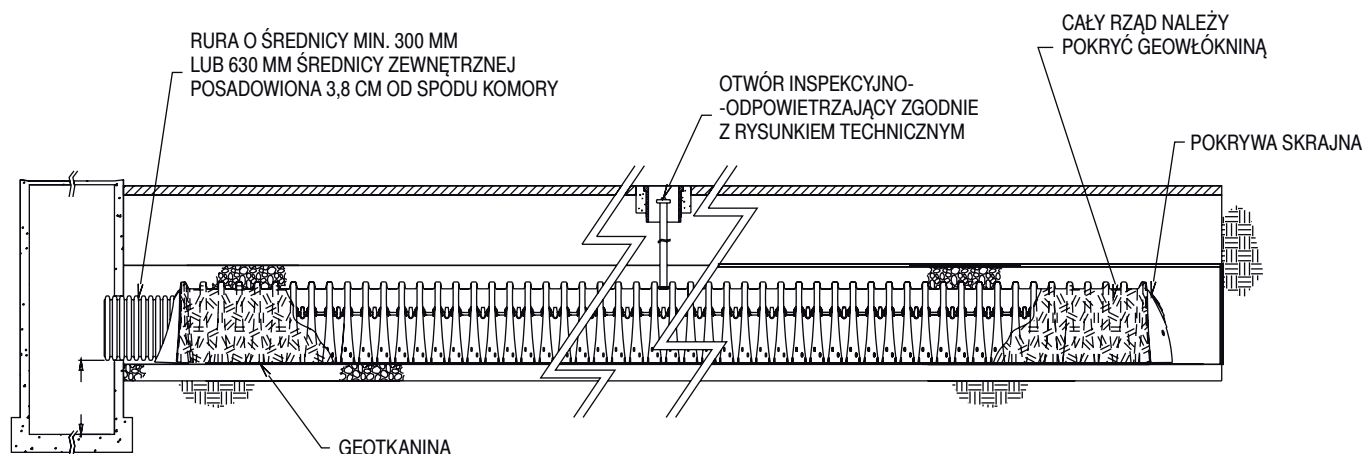
Wielką zaletą jest możliwość dokonywania inspekcji systemu komór drenażowych SC (np. kamerą) oraz konserwacji – czyszczenia z osadów za pomocą systemów ciśnieniowych.

System komór można zabezpieczyć przed zawiesinami poprzez wykonanie tzw. izolator zawiesin *Isolator*TM. Jest to jeden ciąg komór SC z geotkaniną na dnie systemu, pokryty geowłókniną (Rys. 1). Separator zanieczyszczeń należy zaprojektować ze studzienką rewizyjną z regulatorem przepływu po stronie dopływu wody. Studzienka jest wielofunkcyjna, umożliwia dostęp do systemu w celu inspekcji, a także konserwacji.

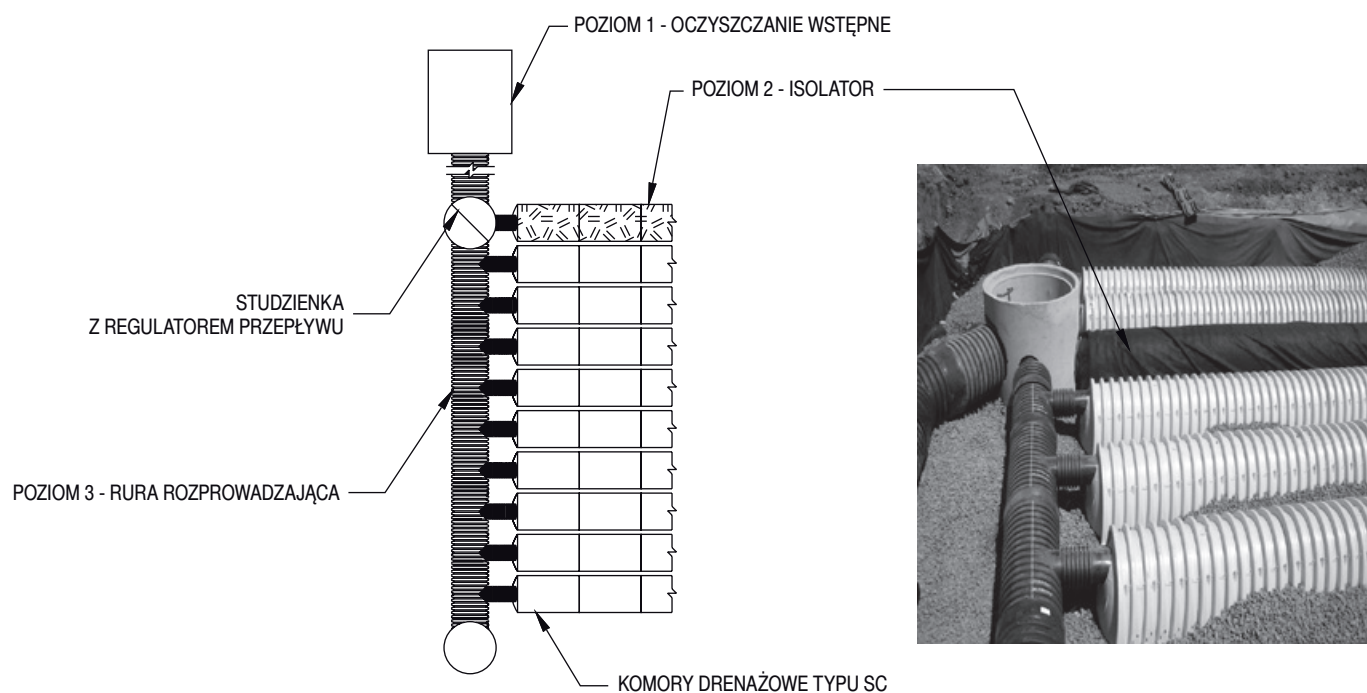


izolator zawiesin *Isolator*TM

2 Informacje ogólne



Rys. 1. Izolator zawieszin **Isolator**TM



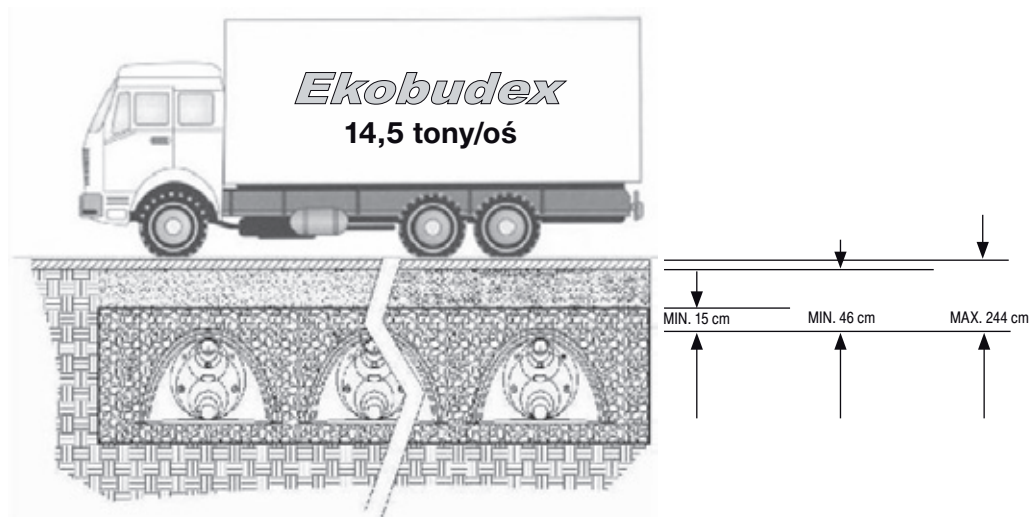
Rys. 2. Izolator zawieszin **Isolator**TM – przykład wykonania

IsolatorTM przechwytuje 80% zawieszin - skutecznie rozwiązuje problem kolmatacji systemów

2 Informacje ogólne

2.3.2. Pojemności i wytrzymałość komór drenazowych SC

Komory drenazowe są konstrukcjami o otwartym dnie (kształt odwróconej litery U) z 48 otworami (szczelinami) w dolnej części ścian bocznych, pozwalającymi na osiągnięcie maksymalnej infiltracji wody do gruntu. **W każdej komorze w zależności od typu można zmagazynować razem z obsypką z tłucznia od 0,9 m³ do 2,6 m³.**



Komory drenazowe SC produkowane są na drodze wtryskowego formowania tworzywa sztucznego o dużej wytrzymałości. Tak wykonane komory są odporne na pękanie powodowane czynnikami środowiska oraz na działanie substancji chemicznych występujących w wodach deszczowych. Komory drenazowe SC posiadają 14 żeber wzmacniających, dzięki czemu utrzymują sztywność konstrukcyjną w dużym zakresie obciążeń (rysunek powyżej) i są odporne na działanie wysokich i niskich temperatur.

2.3.3. Zalety systemu komór drenazowych SC:

- bardzo duża wytrzymałość (14,5 tony/oś) – np. obciążony TIR
- duża pojemność pojedynczej komory i nieograniczona pojemność całego systemu
- łatwy, szybki i bezpieczny montaż
- znaczne ograniczenie powierzchni pola drenazowego
- możliwość stosowania przy wysokim poziomie wód gruntowych (min. przykrycie 46 cm)
- ograniczenie zużycia tłucznia
- możliwość zastosowania jako zbiornik szczelny podziemny
- możliwość inspekcji (np. kamerą) i czyszczenia pod ciśnieniem (WUKO)
- możliwość rozbudowy lub przeniesienia
- możliwość ponownego wykorzystania zgromadzonej wody (podlewanie, spłukiwanie toalet)
- możliwość zabezpieczenia urządzeń przed kolmatacją - opatentowany izolator zawieszin *Isolator*TM

2.3.4. Przy projektowaniu systemu komór drenazowych SC należy zachować następujące odległości:

- 0,5 m od poziomu wód gruntowych
- 2 m od budynków mieszkalnych z izolacją przeciwwilgociową
- 5 m od budynków mieszkalnych bez izolacji przeciwwilgociowej
- 3 m od drzew
- 70 m od najbliższej studni stanowiącej ujęcie wody pitnej
- 1,5 m od rurociągów gazowych i wodociągowych
- 0,8 m od kabli elektrycznych i telekomunikacyjnych
- w szczególnych warunkach projektant może przyjąć inne odległości



3 Komory drenażowe SC



SC 740

SC 310

System komór drenażowych posiada unikalne właściwości pozwalające na optymalizację robót na placu budowy oraz zredukowanie ilości odpadów. Komory typu SC-740 oraz SC-310 mogą być docinane na placu budowy przy zachowaniu 16,5 cm modułu, pozwalając na skrócenie długości układanego rzędu komór. Ostatnia komora w rzędzie może zostać docięta w którymkolwiek z wgłębień swojej falistej struktury. Odcięty fragment może zostać wykorzystany do rozpoczęcia następnego rzędu. Rząd komór zakończony jest pokrywą umieszczoną w ostatnim żebrze.

Dla ułatwienia pracy Wykonawcy, komory drenażowe SC posiadają na ścianie wytłoczone instrukcje montażowe oraz strzałki wskazujące kierunek, w jakim należy układać rzędy. Rzędy tworzy się poprzez połączenie zakładkowe żebra początkowego komory następnej z końcowym żebrzem komory ułożonej poprzednio. Montaż odbywa się bez stosowania złączek, wkrętów, narzędzi oraz ciężkiego sprzętu.

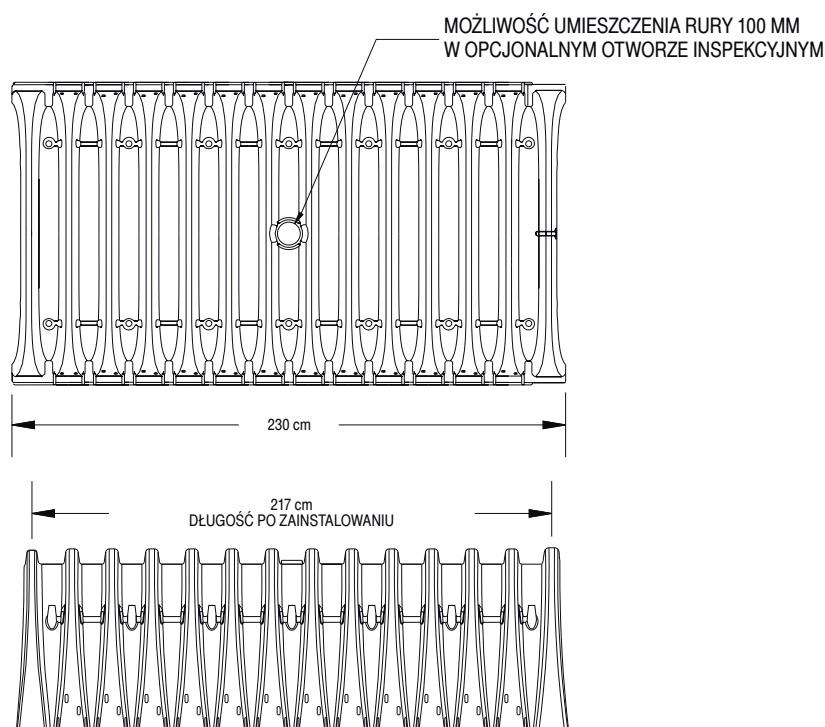
3.1. Rodzaje i dobór komór drenażowych SC

Oferujemy dwa rozmiary komór drenażowych SC do wód deszczowych. Głównym kryterium dokonywania wyboru pomiędzy komorami typu SC-740 oraz SC-310 będzie głębokość wód gruntowych oraz dostępna powierzchnia terenu.

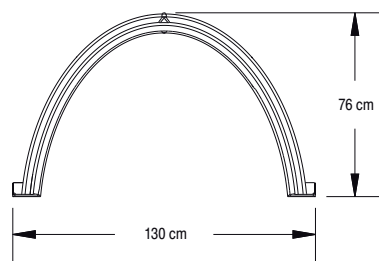
Komora drenażowa SC-740, Rys. 3, zapewnia zgromadzenie wody na stosunkowo niewielkiej przestrzeni. Duża zdolność magazynowania (2,12-2,6 m³) komór drenażowych typu SC-740 ogranicza konieczne roboty ziemne, ilość obsypki oraz koszty.

Komora drenażowa SC-310, Rys. 4, jest idealna w przypadku systemów wymagających rozwiązań o niewielkiej wysokości (np. wysoka woda gruntowa) lub dużej powierzchni rozsączania (np. grunty o słabej przepuszczalności). Te niskoprofilowe komory pozwalają na zmagazynowanie dużych objętości (0,9-1,2 m³) na minimalnych głębokościach.

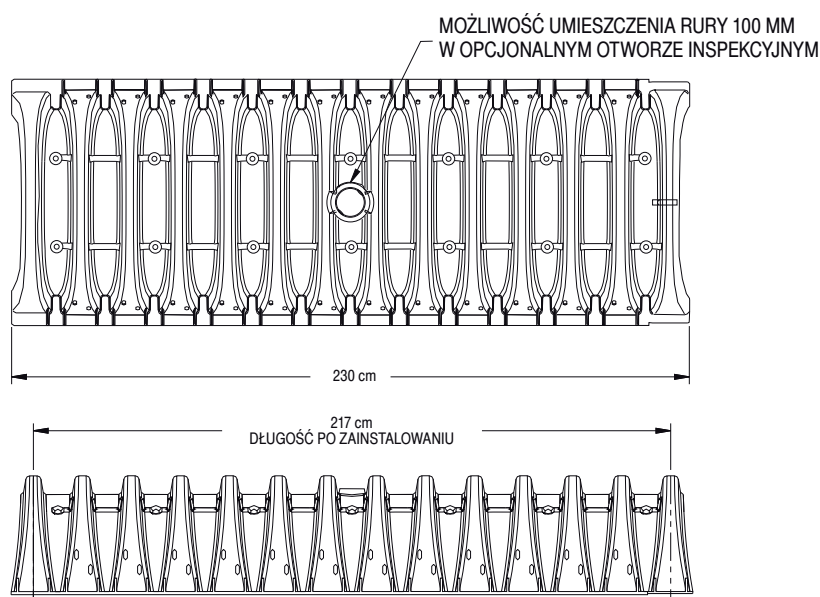
3 Komory drenażowe SC



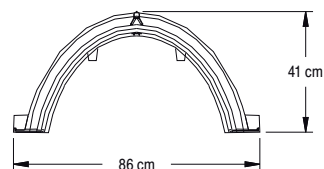
KOMORA DRENAŻOWA SC-740
WIDOK (BEZ ZACHOWANIA SKALI)



Rys. 3.



KOMORA DRENAŻOWA SC-310
WIDOK (BEZ ZACHOWANIA SKALI)



Rys. 4.

Parametr	Jednostka	SC-310	SC-740
Wymiary			
- długość	m	2,17	2,17
- szerokość	m	0,86	1,30
- wysokość	m	0,41	0,76
Pojemność komory netto (nie do obliczeń)	m ³	0,42	1,30
Minimalna pojemność instalacyjna*	m ³	0,90	2,12
Ciężar	kg	17	34

* Zakłada się zastosowanie warstwy przemytego tłucznia kamiennego o minimalnej grubości warstwy 15 cm, pod i nad komorami oraz pomiędzy rzędami komór.

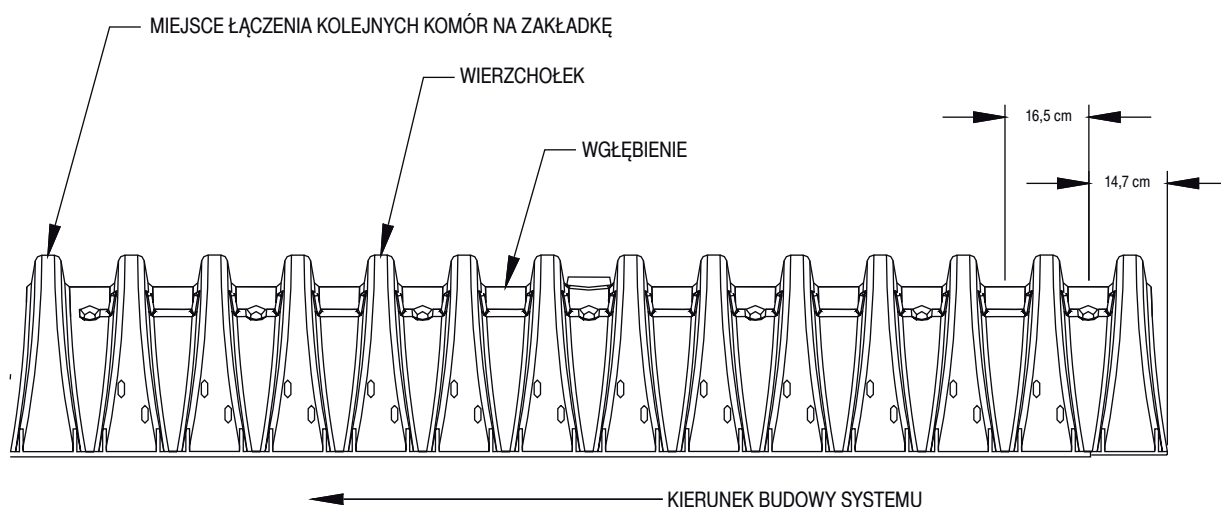
3 Komory drenażowe SC

3.2. Pokrywy skrajne

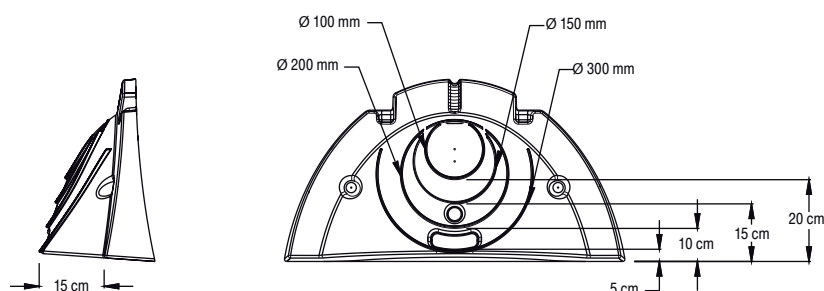
W celu uniemożliwienia wnikania tłucznia do komory, na początku i końcu wszystkich rzędów wymagane jest stosowanie pokryw skrajnych (po 2 pokrywy na każdy rząd).

Pokrywy skrajne komór drenażowych SC posiadają właściwości, które czynią system komór drenażowych prostym w projektowaniu, łatwym w budowie oraz bardziej wszechstronnym od innych produktów. Wytłoczony uchwyt umożliwia montaż przez jedną osobę bez użycia narzędzi i elementów łącznych.

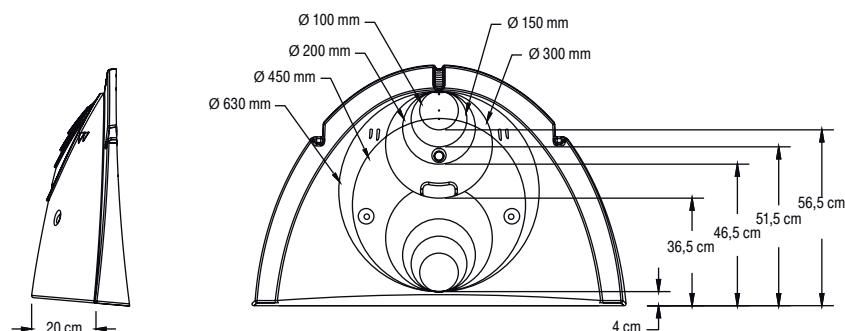
Pokrywa typu SC-740 może być dołączona do rury dopływowej o maksymalnej średnicy zewnętrznej 630 mm, a pokrywa typu SC-310 do rury 300 mm. W pokrywach wytłoczone są prowadnice ułatwiające dokonanie wycięcia na rurę dopływową.



Rys. 5. Komora SC – odległości pomiędzy połaďowaniami



Rys. 6. Pokrywa skrajna komory drenażowej typu SC-310



Rys. 7. Pokrywa skrajna komory drenażowej typu SC-740

4 Projektowanie systemu komór drenazowych

Przed podjęciem prac projektowych należy określić funkcję, jaką ma spełniać system komór drenazowych. Możliwe są następujące zastosowania:

- infiltracja wód deszczowych do gruntu,
- retencja wód deszczowych,
- zatrzymanie pierwszej fali spływu ze zlewni,
- kombinacja powyższych zastosowań.

Następnie, w celu określenia wielkości i konfiguracji żyzisk komorowych, należy ocenić warunki naturalne w miejscu lokalizacji i w miejscach przylegających, tj. grunty, topografię, poziom wód gruntowych, warstwy ograniczające. Trzeba też uwzględnić uwarunkowania prawne obowiązujące na danym terenie.

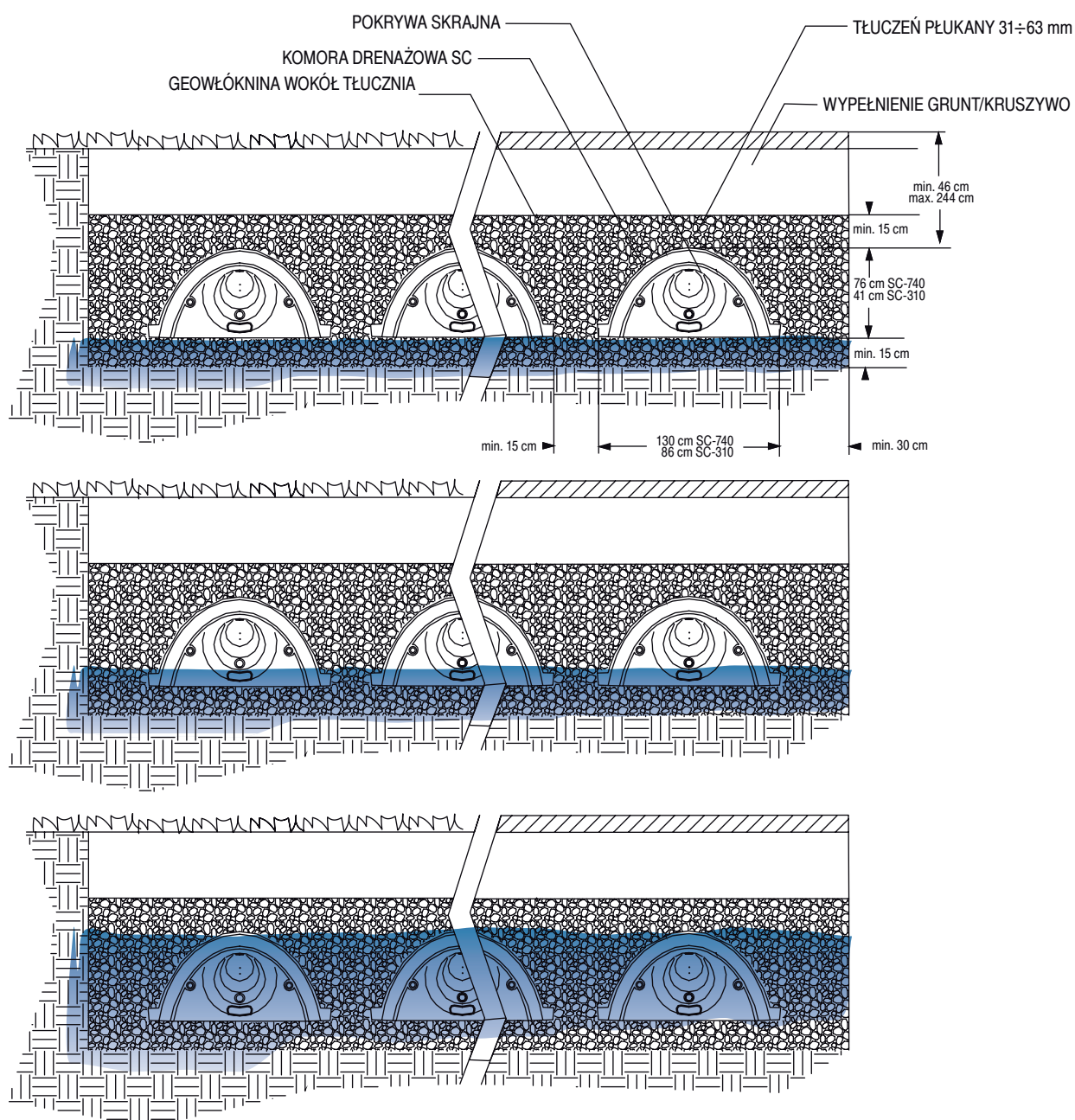
4.1. Rodzaje systemów komór drenazowych

Przepisy prawne i warunki odprowadzania wód decydują o rodzaju systemu, jaki może być zastosowany.

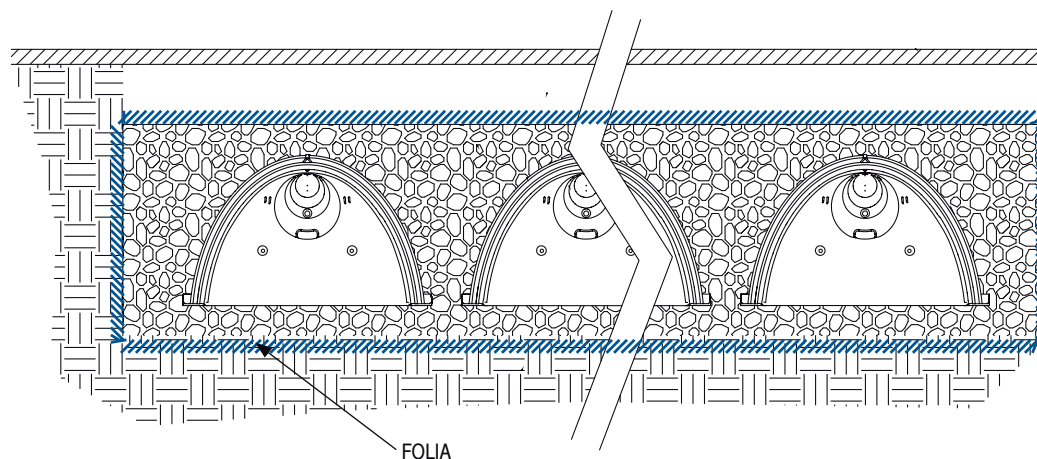
Wyróżniamy następujące systemy:

- 1. Infiltracja do gruntu** – w systemie tym obliczona objętość wód opadowych musi być zatrzymana w systemie żyzyska komorowego. Zazwyczaj taki system projektuje się jako bezodpływowy. Infiltracja do gruntu stanowi podstawowy mechanizm drenażu wody z żyzyska. W miejscach, gdzie przewiduje się zastosowanie takiego systemu, szczególnie ważny jest stopień przepuszczalności gruntu oraz głębokość do poziomu wód gruntowych. Głębokość do podłoża skalnego i innych nieprzepuszczalnych warstw musi być zgodna z wymaganiami prawa wodnego, budowlanego i normami branżowymi. W systemie infiltracji do gruntu bardzo istotne jest zatrzymanie osadów i części organicznych (zawartych w wodach opadowych) przed systemem komór drenazowych. W systemach infiltracji podziemnej, odległość dna warstwy rozsączającej od maksymalnego poziomu wody gruntowej musi wynosić co najmniej 0,5 m.
- 2. Retencja wód deszczowych** – obliczeniowa objętość wody musi być czasowo zatrzymana w systemie żyzyska komorowego przed odprowadzeniem do środowiska. Dopuszczalne natężenie odpływu zależy od konkretnych regulacji prawnych (uzgodnienia, pozwolenie wodno-prawne) oraz obliczonego maksymalnego natężenia spływu przed i po zastosowaniu systemu komorowego. Przy takim zastosowaniu wykorzystane są otwory wylotowe o kontrolowanym przepływie, zwykle w formie wielokryzowej lub wieloprzelewowej, których wielkość jest dostosowana do konkretnych przepływów.
- 3. Zatrzymanie pierwszej fali spływu ze zlewni** – system ten powinien zapewniać zatrzymanie pierwszych 13÷25 mm wysokości opadu dla danej zlewni. Pierwsza fala spływu wód deszczowych z chodników i innych nieprzepuszczalnych powierzchni niesie duży ładunek zanieczyszczeń. Zatrzymanie tego spływu i poddanie go przefiltrowaniu przez glebę z możliwością odnowy jest bardzo korzystne dla ochrony zasobów wód podziemnych. Przepływ większy od pierwszego strumienia musi zostać skierowany do systemu przechowywania typu komorowego, kanału burzowego lub innego odbiornika. Projekt urządzeń tego systemu jest zbliżony do urządzenia retencyjnego, z tym, że zazwyczaj zajmuje on znacznie mniejszą powierzchnię. Dla zapewnienia długotrwałej eksploatacji tego systemu istotne jest zatrzymanie ciał stałych oraz umożliwienie ich okresowego usuwania.

4 Projektowanie systemu komór drenazowych



Rys. 8. Etapy wypełniania systemu komór drenazowych SC wodą



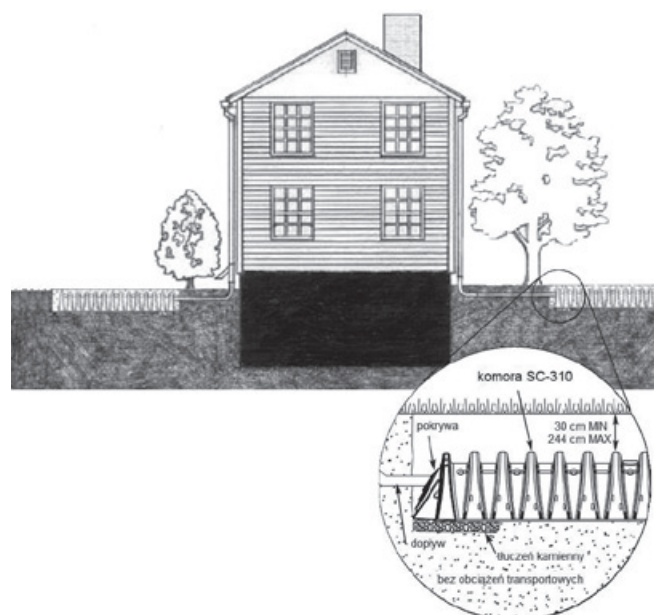
Rys. 9. Zbiornik szczelny utworzony z komór drenazowych SC za pomocą folii

4 Projektowanie systemu komór drenazowych

Standardowe rozwiązania:

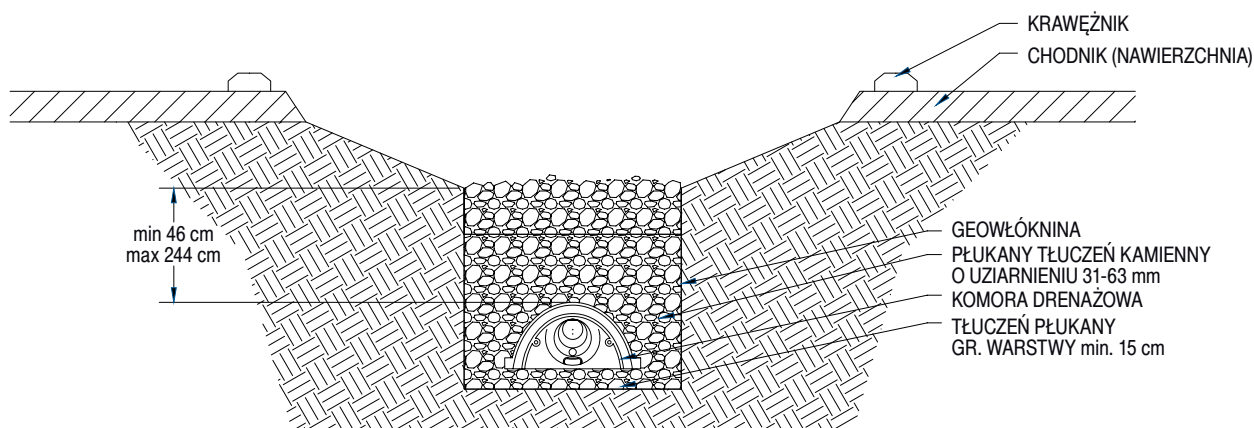
1. Rozwiązanie rozsączające - w praktyce projektowo-wykonawczej ponad 70% instalacji komór drenazowych stanowią systemy infiltracyjne.
2. Rozwiązanie z retencją - system retencji wód powoduje przechwycenie wód deszczowych w sposób tymczasowy i wypuszczenie przez odpływy, przy z góry założonym natężeniu przepływu. W systemie retencji może zachodzić zjawisko częściowej infiltracji wody deszczowej do gruntu, które często, z punktu widzenia środowiska naturalnego jest uważane za korzystne i stanowi czynnik bezpieczeństwa w odniesieniu do zdolności magazynowania wód przez system.
3. Rozwiązanie szczelne - w sytuacji, gdy istnieje konieczność stosowania wodoszczelnych systemów retencji wód: na przykład, gdy na nośność gleby podłoża drogowego ma duży wpływ stopień nasycenia wodą (tak jak w przypadku glin wysadzinowych) oraz dla wrażliwych obszarów gruntów wodonośnych. W obu tych przypadkach należy zastosować folię powodującą utworzenie wodoszczelnego systemu komór drenazowych SC.

a



Rys. 10a. Wykorzystanie systemu komór drenazowych SC dla domu jednorodzinnego

b



Rys. 10b. Zastosowanie systemu komór drenazowych SC jako rów odwadniający.

4 Projektowanie systemu komór drenazowych

4.2. Wstępne rozpoznanie lokalizacji

Przed przystąpieniem do wykonywania ostatecznego projektu należy przeprowadzić badania i wizję lokalną w planowanym miejscu ułożenia systemu komór drenazowych. Należy określić:

Właściwości gruntu – szczególnie istotne dla systemu infiltracji wody do gruntu – typ gruntu i podłoża skalnego (a także ewentualnej dodatkowej warstwy, która może ograniczać przenikanie wody) oraz poziom wód gruntowych. Przepuszczalność gruntu, która powinna być określona w każdym warunku, czy to do poziomu wód gruntowych, czy to do warstwy nieprzepuszczalnej, takiej jak podłoże skalne lub twardy grunt (najbardziej wiarygodne wartości przepuszczalności gruntu można uzyskać dzięki pomiarom na terenie planowanej lokalizacji oraz dzięki analizie laboratoryjnej).

W przypadku każdego systemu należy przeprowadzić badania geotechniczne, aby sprawdzić, czy struktura gruntu nadaje się do zastosowania komór drenazowych. Najlepsze rezultaty osiąga się poprzez dokonanie próbnego wykopu lub wiercenia dla pobrania próbek. Dokumentacja z tych badań powinna być przechowywana jako część dokumentacji projektowej.

Tabela 1. Podział gruntów według własności filtracyjnych (Pazdro i Kozerski, 1990)

Rodzaj gruntu	Współczynnik filtracji m/s	Wodochłonność	Współczynnik odsączalność
Rumosze, żwiry, żwiry piaszczyste, gruboziarniste i równoziarniste piaski, skały masywne z bardzo gęstą siecią drobnych szczelin	$>10^{-3}$		0.26
Piaski gruboziarniste, nieco ilaste, piaski różnoziarniste, piaski średnioziarniste, kruche, słabo spojone gruboziarniste piaskowce, skały masywne z gęstą siecią szczelin	10^{-3} – 10^{-4}	<0.4	0.22
Piaski drobnoziarniste, równomiernie uziarnione, less	10^{-4} – 10^{-5}	0.3–0.45	0.17
Piaski pylaste, gliniaste, mułki, piaskowce, skały masywne z rzadką siecią drobnych spękań	10^{-5} – 10^{-6}	0.3–0.45	0.12
Gliny, namuły, mułowce, ropy piaszczyste	10^{-6} – 10^{-8}	<0.525	
ropy, ropyłupki, zwarte gliny ilaste, margle ilaste, skały masywne niespękane	$<10^{-8}$	0.2–0.5	

Warunki hydrologiczne danego miejsca pozwolą określić ilość i prędkość wody dopływającej do miejsca lokalizacji systemu komór drenazowych. Należy przeprowadzić analizę porównawczą warunków hydrologicznych w miejscach lokalizacji przed i po zamontowaniu systemu. Takie porównanie pozwoli na określenie wielkości systemu komór drenazowych. Dane hydrologiczne pozwolą również na dokonanie wyboru najkorzystniejszego systemu: infiltracji do gruntu, retencji lub zatrzymania pierwszej fali spływu. Ogólne cechy hydrogeologiczne gruntu oraz ich wpływ na projektowanie systemu pokazano w Tabeli 1. Powyższe informacje nie mogą zastąpić jednak badania gruntu bezpośrednio w miejscu lokalizacji systemu dlatego zaleca się wykonanie badań w miejscu przewidzianym na system rozsączania.

Warunki poza miejscem lokalizacji – należy uwzględnić wielkość, stan i przepustowość potencjalnych odbiorników wód z systemu komór drenazowych, a także opracować plan zapobiegania przyspieszonej erozji lub przeciążeniu hydraulicznemu odbiornika.

4 Projektowanie systemu komór drenażowych

4.3 Komory drenażowe w niskich temperaturach

Przy projektowaniu systemu drenażowego należy uwzględnić pracę systemu w temperaturach ujemnych uwzględniając zamarzanie gleby podłoża, wysadziny, wzrost zalodzenia itp. Wiele typów zamarzniętych gleb podłoża może przeciwdziałać infiltracji wód deszczowych do gruntów lub ograniczać intensywność tego zjawiska. Zastosowanie awaryjnego wylotu przelewowego stanowi prostą metodę odprowadzenia wody w rzadkich przypadkach połączenia zamarznięcia gleby podłoża z wystąpieniem nadmiernych opadów deszczu.

Wzrost zalodzenia oraz wysadziny mogą zniszczyć sztywną konstrukcję betonową, ale nie system komór drenażowych SC, który został zaprojektowany w sposób elastyczny, pozwalający na stawienie oporu wzrostowi zalodzenia oraz sił towarzyszącym wysadzinom.

Powierzchnie otwartych zbiorników retencyjnych mogą tworzyć wiele zagrożeń, np. związanych z występowaniem lodu. Umieszczone pod ziemią systemy retencji wód zrealizowane za pomocą komór drenażowych SC eliminują to niebezpieczeństwo izolując wody deszczowe oraz gleby podłoża przed temperaturami powodującymi zamarzanie powierzchni.

4.4. Projektowanie w podłożu z bardzo luźnych piasków

Luźne piaski kohezyjne mogą przechodzić do stanu płynności pod wpływem szybkiego napływu wód opadowych. Następuje wtedy w niektórych miejscach wymywanie gruntu, a w innych jego kumulacja. Efektem tego procesu jest nierównomierne osiadanie gruntu. Zagęszczenie gruntu można uzyskać (przy niskim poziomie wód gruntowych) poprzez zalewanie wstępne wykopu.

Problem osiadania dotyczy:

- gruntów piaszczystych i piaszczysto-gliniastych,
- naturalnego profilu gruntu z mniejszą niż 5% zawartością części spławialnych, do głębokości powyżej 180 cm od powierzchni,
- poziomu wód gruntowych poniżej 180 cm od powierzchni,
- bardzo luźnej konsystencji gruntu potwierdzonej przez test penetracyjny [SPT],
- wypływu gruntu z pola drenażowego koncentrującego się głównie w pobliżu cieków wodnych (rowów).

Jeżeli w terenie wystąpił zespół powyższych czynników, to możliwe jest wystąpienie nierównomiernego osiadania gruntu i do badania gruntu powinien być użyty standardowy test penetracyjny [SPT]. Badanie powinno być wykonane do głębokości minimum 3 m.

Tok dalszego postępowania

Jeżeli powyższe czynniki potwierdzą się, wówczas bardzo prawdopodobne jest wystąpienie nierównomiernego osiadania gruntu. W takim przypadku należy wykonać wstępne zalanie wykopu wodą przez min. 8÷10 godzin, zalew będzie symulować bardzo ulewny deszcz. Pozwoli to na lokalizację osiadań, jakie wystąpiłyby pod wpływem obciążeń (chodnik, parking). Osiadanie elementów w wykopie powinno być monitorowane podczas zalewania i po tygodniu (od momentu zalania) zestabilizowane powyżej rowu. Z tych względów, każdy projekt powinien być konsultowany ze specjalistami z zakresu geotechniki.

4 Projektowanie systemu komór drenażowych

4.5. Określenie wielkości systemu

W celu wykonania obliczeń, niezbędnych do zwymiarowania systemu, należy wykonać następujące kroki. Jeżeli będziecie Państwo potrzebować pomocy przy określeniu ilości komór, należy skontaktować się z firmą Ekobudex Sp. z o.o.

4.5.1. Wymagana objętość komór $[V_S]$ w m^3

Szacunkowy spływ wód deszczowych określa się na podstawie wzoru:

$$Q = q \times F \times \psi \quad [m^3/s]$$

Wymagana objętość komór drenażowych jest równa objętości spływu wód deszczowych.

$$V_S = q \times F_{Zr} \times t \quad [m^3]$$

V_S – objętość komór drenażowych $[m^3]$

Q – objętość spływu wód deszczowych $[m^3]$

q – natężenie deszczu wymagane minimum $[q = 0,131 \text{ m}^3/(s \times \text{ha}) \text{ dla deszczu 15 minutowego}]^*$

t – czas przetrzymania wód opadowych w komorze – przyjęty czas deszczu

F_{Zr} – powierzchnia zredukowana zlewni $[\text{ha}]$, $F_{Zr} = F \times \psi$

F – powierzchnia rzeczywista zlewni $[\text{ha}]$

ψ – współczynnik spływu powierzchniowego

Wstępnie zakłada się w celu uproszczenia i bezpiecznego doboru, że powierzchnia zlewni zredukowanej F_{Zr} równa jest powierzchni całkowitej zlewni F (tzn. współczynnik spływu $\psi = 1$). Współczynnik spływu jest zależny od rodzaju odwadnianej powierzchni (np. dla powierzchni z płyt betonowych wynosi 0,9 dla dachów szczelnych 1,0). Stąd wzór na objętość komór drenażowych przyjmuje postać:

$$V_S = 0,131 \times F \times t \quad [m^3]$$

Szacunkowa objętość zbiornika retencyjnego V_r :

$$Q_{ret} = Q_{dop} - Q_{odp} \quad [m^3/s]$$

Q_{dop} – objętość spływu wód deszczowych $[m^3/s]$

Q_{odp} – odpływ ze zbiornika, dozwolony zrzut $[m^3/s]$

$$V_r = Q_{ret} \times t \quad [m^3]$$

* natężenie deszczu przyjmowane do obliczeń określone jest przepisami miejscowymi.

4 Projektowanie systemu komór drenazowych

Obliczenie wielkości odpływu w systemie infiltracji do gruntu

Odpływ w takim systemie równa się wielkości spływu burzowego (deszczowego), który jest obliczony wg wzoru wyżej.

Po obliczeniu odpływu w systemie infiltracji do gruntu niezbędne jest obliczenie wymaganej powierzchni (A) do infiltracji wód zgromadzonych w systemie komór drenazowych.

Według prawa Darcy:

$$Q = k \times A \times i \times t \text{ [m}^3\text{]}$$

Q – objętość przepływu (w tym przypadku objętość przechowywanej wody) [m³]

k – przepuszczalność gruntu nasyconego [m/s]

i – spadek hydrauliczny (liczba niemianowana)

A – powierzchnia udostępniona do infiltracji (powierzchnia łóżyska) [m²]

t – czas przepływu w gruncie [s]

Należy sprawdzić, czy powierzchnia łóżyska wystarczy do opróżnienia go przez infiltrację do gruntu. Opróżnianie łóżyska powinno nastąpić w określonym czasie (w większości przypadków zaleca się 48 godzin). W tym celu powyższy wzór należy przekształcić tak, aby uzyskać czas opróżniania łóżyska:

$$t = Q/A \times i \times k \text{ [s]} < t = 48 \text{ godzin} = 172800 \text{ s}$$

Uwaga: Spadek hydrauliczny jest równy stosunkowi różnicy poziomu wody w komorze i gruncie do długości drogi infiltracji, czyli różnicy poziomu dna komory i poziomu wody w gruncie. Do obliczeń orientacyjnych można przyjąć $i = 1$.

Obliczenie wielkości odpływu w systemie zatrzymania pierwszej fali spływu

Objętość ta zależy od wysokości opadu, jaki chcemy przechwycić. Zazwyczaj wynosi on 25 mm. Stąd, znając powierzchnię zlewni (powierzchnia utwardzona, z której spływają wody zanieczyszczone), możemy obliczyć wymaganą objętość systemu przechwytyującego [V_S]:

$$V_S = P \times F \text{ [m}^3\text{]}$$

P – wysokość opadu [m]

F – powierzchnia zlewni [m²]



4 Projektowanie systemu komór drenazowych

4.5.2. Wymagana ilość komór [C] w szt.

$$C = V_S / \text{Pojemność wybranej komory (Tab. 2)}$$

Tabela 2.

	Pojemność przypadająca na komorę oraz fundament kamienny o grubości		
	(15 cm)	(30 cm)	(46 cm)
	m ³	m ³	m ³
SC-740	2,1	2,3	2,6
SC-310	0,9	1,0	1,2

4.5.3. Wymagana powierzchnia łóżyska (wykopu) z komorami [S] w m²

$$S = C \times 3,14 \text{ m}^2 + 0,3 \text{ m} \times \text{obwód łóżyska SC-740}$$

$$S = C \times 2,2 \text{ m}^2 + 0,3 \text{ m} \times \text{obwód łóżyska SC-310}$$

4.5.4. Wymagana ilość obsypki z tłucznia [V_{st}] w m³

W celu przeliczenia całkowitej masy tłucznia o uziarnieniu 31÷63 mm stosujemy przelicznik z Tabeli 2.

$$V_{st} = C \times \text{przelicznik (Tab. 3)}$$

Tabela 3.

	Objętość przypadająca na pojedynczą komorę przy fundamencie kamiennym o grubości					
	(15 cm)		(30 cm)		(46 cm)	
	t	m ³	t	m ³	t	m ³
SC-740	3,5	2,1	4,2	2,5	4,5	3,0
SC-310	1,8	1,1	2,5	1,5	3,0	1,8

4 Projektowanie systemu komór drenażowych

4.5.5. Wymagana objętość wykopu [E_x] w m³

$$E_x = C \times \text{przelicznik (Tab. 4)}$$

Tabela 4.

	Objętość prac ziemnych przypadająca na pojedynczą komorę przy fundamencie kamiennym o grubości		
	(15 cm)	(30 cm)	(46 cm)
	m ³	m ³	m ³
SC-740	4,2	4,7	5,2
SC-310	2,2	2,6	2,9

4.5.6. Wymagana ilość materiału filtracyjnego [F] w m²

Dno i boki łóżyska oraz warstwa wierzchnia z tłucznia musi zostać pokryta geowłókniną. Pole powierzchni ścian bocznych musi być kalkulowane z dodaniem 60 cm zakładu w przypadku umieszczania 2 pasm tkaniny filtracyjnej bok do boku lub skraj do skraju.

4.5.7. Ilość sztuk ścian przednich/tylnych (pokryw) [E_p]

$$E_p = 2 \times (\text{ilość ciągów komór}) \text{ [szt.]}$$

Na stronie www.komory-drenazowe.pl oraz na płycie CD znajduje się kalkulator szacunkowego doboru komór drenażowych SC oraz specyfikacja techniczna

4 Projektowanie systemu komór drenazowych

4.6. Materiałowy arkusz roboczy

Projekt _____

Lokalizacja _____

	Wymagania systemowe		Komory typu SC-310	Komory typu SC-740
1	Wymagana pojemność magazynowa	V_s	_____ m ³	_____ m ³
2	Wymagana liczba komór	C	_____ (Vs)/pojemność komory	_____ (Vs)/pojemność komory
3	Wymagany rozmiar łóżyska	S	_____ [(C) x 2,2 m ²] + + (30 cm x obwód łóżyska)	_____ [(C) x 3,14 m ²] + + (30 cm x obwód łóżyska)
4	Wymagana masa kamienia w tonach	V_{st}	_____ pozycja z Tab. 3 x (C)	_____ pozycja z Tab. 3 x (C)
5	Objętość prac ziemnych	E_x	_____ pozycja z Tab. 4 x (C)	_____ pozycja z Tab. 4 x (C)
6	Wymagana powierzchnia geowłókniny	F	_____ m ²	_____ m ²
7	Wymagana ilość szt. pokryw skrajnych [2 x ilość rzędów]	E_p	_____ pokryw skrajnych	_____ pokryw skrajnych

Uwaga: Uzyskane wyniki należy zaokrąglić do najbliższej liczby całkowitej.

Koszt systemu

	Ilość		Koszt	Ogółem
Komory (C)	_____ x	zł _____ / komora =		zł _____
Kamień (V_{st})	_____ x	zł _____ / ton =		zł _____
Roboty ziemne (E_x)	_____ x	zł _____ / m ³ =		zł _____
Tkanina filtracyjna (F)	_____ x	zł _____ / m ² =		zł _____
Pokrywy skrajne (E_p)	_____ x	zł _____ skrajnych =		zł _____
				zł _____

Uwaga: Powyższe zestawienie nie obejmuje wszystkich kosztów instalacji. W kosztach nie uwzględniono wykonania wykopu, zagęszczenia gruntu, obsypki, zasypki, robót montażowych.

4 Projektowanie systemu komór drenazowych

4.7. Wytyczne do projektu

W każdym projekcie muszą być uwzględnione następujące zagadnienia:

- Aby zagwarantować, że instalacja po wykonaniu będzie zgodna z niniejszym podręcznikiem należy w projekcie dokonać adnotacji, że Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania instalacji musi się skontaktować z przedstawicielem firmy Ekobudex Sp. z o.o. Konstrukcja systemu drenazowego musi być zgodna z wytycznymi podręcznika projektowego i obowiązującymi przepisami. Odnosi się to zarówno do specyfikacji materiałowej, jak i metod budowy systemu komór drenazowych.
- Podstawa łóżyska dla systemu komorowego musi być właściwie zagęszczona (do 95% gęstości standardowej Proctora) metodą hydrauliczną lub mechaniczną.
- Na dnie, pod komorami, musi być ułożona warstwa obsypki grubości minimum 15 cm z przemytego tłucznia o uziarnieniu $31\div 63$ mm. Warstwa ta powinna być zagęszczona i wyrównana za pomocą walca wibracyjnego tak, aby powierzchnia była płaska i gładka. W systemach infiltracji do gruntu, tłuczeń musi być przemyty, aby zapobiec zatkaniu powierzchni gruntu przez drobne zanieczyszczenia. Obsypka musi być również ułożona wokół obwodu komory, aby wykorzystać powierzchnię infiltrującą uzyskaną dzięki ścianom wykopu oraz utworzyć odpowiednie wzmocnienie konstrukcyjne. Ponadto obsypka musi być zagęszczona poprzez dwukrotne przejście ubijarki wibrującej.
- Niedopuszczalne jest stosowanie kamienia o krawędziach zaokrąglonych!
- Zagęszczenie zasypki wykopu musi wynosić minimum 95% gęstości standardowej Proctora. Minimalna grubość zasypki to 30 cm.
- Należy pamiętać, że rozmiary wykopów należy powiększyć w obrysie w celu stworzenia miejsca pracy podczas montażu komór oraz wykonania obsypki.
- System zbierania i wlotu wody powinien być tak zaprojektowany, aby zatrzymać jak najwięcej osadów i odpadów organicznych. Można tu rozpatrywać studzienki, kolanka 90° zwrócone do dołu na rurach wylotowych studzienek, osadniki, filtry piaskowe.
- Innowacyjnym rozwiązaniem zabezpieczenia systemu przed zawiesinami jest izolator zawiesin *Isolator*TM. Dla osiągnięcia lepszych rezultatów możliwe są kombinacje w/w urządzeń. Wszystkie dopływy wody muszą być sprawdzane i konserwowane regularnie. Zaleca się włączenie do projektu harmonogramu konserwacji i kontroli systemu.
- Należy przewidzieć metody ograniczenia erozji i sedymentacji w miejscu ułożenia systemu komór drenazowych, zarówno w czasie montażu, jak również w czasie eksploatacji. Działania te mogą mieć bezpośredni wpływ na jakość wody w danym miejscu. Erozję i sedymentację można ograniczyć poprzez uprawę roślin, tymczasowe bariery sedymentacyjne (płoty napływowe, bele siana, kratki ściekowe owinięte tkaniną) oraz strategiczną kontrolę spływu wód deszczowych ze zlewni.
- Nawierzchnia terenu powinna być zaprojektowana odpowiednio do obciążenia spowodowanego ruchem kołowym. Grubość nawierzchni nie jest uwzględniona w wymaganym przykryciu komór.
- Przed montażem wszystkie projekty należy uzgodnić z przedstawicielem firmy Ekobudex Sp. z o.o.
- Komory należy instalować poniżej głębokości przemarzania gruntów (min. przykrycie komory). Uwaga! Warunek ten nie jest uwzględniony na rysunkach w tym podręczniku, co wynika z różnych grubości warstwy przemarzania w poszczególnych rejonach kraju.
- Należy zachować minimalne odległości od uzbrojenia podziemnego i lokalnych ujęć wód, zgodnie z prawem budowlanym, wodnym i przepisami ochrony środowiska. W tym przypadku komory należy traktować jak drenaż rozsączający.
- Dla stateczności łóżyska komorowego i infiltracji do gruntu potrzebna jest także minimalna odległość od znajdującego się poniżej poziomu wód gruntowych.
- W przypadku występowania w podłożu bardzo luźnych piasków, system komór drenazowych należy projektować zgodnie z pkt. 4.4.

Projektanci ponoszą odpowiedzialność za poprawne zaprojektowanie systemu komór drenazowych.



5 Posadowienie komór, wymagane materiały

5.1 Wymagania

System komór drenażowych typu SC-740 oraz SC-310 z podsypką kamienną może zostać zainstalowany w różnych typach gruntów. Fundamentem komór jest tłuczeń zasypany pomiędzy podłożem a stopą komory. W miarę zwiększania odległości od wierzchołka komory do wierzchniej części podłoża – wymagania dotyczące fundamentowania wzrastają. Wytrzymałość fundamentów jest wynikiem nośności podłoża oraz grubości warstwy kamieni ułożonych pod stopą komory.

5.2. Słabsze gleby

W przypadku gleb, dla których dopuszczalna nośność jest mniejsza niż 13,8 MPa, inżynier geotechnik powinien określić warunki specjalne. Zalecenia geotechniczne mogą obejmować powiększenie grubości fundamentu kamiennego do wartości większej niż 46 cm, poprawienie nośności podłoża poprzez jego zagęszczenie, wymianę gruntu lub zastosowanie innych środków zaradczych, w tym poprzez użycie geosiatki. W odniesieniu do systemów instalowanych na podłożach, które w wysokim stopniu ulegają wpływowi wilgoci, może być również rozważone zastosowanie warstwy folii.

5.3. Odstępy pomiędzy komorami

Zawsze wymaga się zachowania minimalnego odstępu 15 cm pomiędzy rzędami komór. Dopuszczalne jest powiększenie odstępów pomiędzy rzędami komór. Może to stanowić dobrą opcję wszędzie tam, gdzie ograniczenia pionowe placu budowy nie pozwalają na zastosowanie głębszego fundamentowania (wysoka woda gruntowa). W celu uzyskania większej ilości informacji w sprawie takiej opcji, należy skontaktować się z Ekobudex Sp. z o.o.

5.4. Oddzielenie rzędów komór

Specyfikacja wymagań technicznych dla komór drenażowych typu SC-740 oraz SC-310 musi obejmować odległość minimalną pomiędzy rzędem komór a przylegającym, równoległym, następnym rzędem, wynoszącą 15 cm. Pomiedzy stopą rzędu poprzecznego a przylegającymi czołami pokryw skrajnych, wymagana jest odległość minimalna wynosząca 30 cm. Dopuszczalne jest powiększenie odległości pomiędzy rzędami. Powoduje to zwiększenie pojemności chłonnej wody deszczowej z uwagi na dodatkowe chłonne przestrzenie znajdujące się w podsypce kamiennej.

5.5. Kamień okalający komory

System komór drenażowych SC wymaga zastosowania pod spodem komór, pomiędzy komorami oraz na wierzchu tych komór, warstwy tłucznia płukanego. Kamień ten służy jako element konstrukcyjny, pozwalając jednocześnie na przemieszczanie się wody deszczowej oraz jej magazynowanie. Dopuszczalnym materiałem kamiennym jest płukany tłuczeń o porowatości rzędu 40%. Większość użytych kamieni musi mieć uziarnienie w granicach 31÷63 mm. Istnieje możliwość zastosowania alternatywnie przetworzonego betonu.

Kamienie o krawędziach półzaokrąglonych oraz zaokrąglonych są niedopuszczalne.

5.6. Wymagania dotyczące separacji przy pomocy warstwy geowłókniny

Jako warstwa separacyjna, zapobiegająca wnikaniu gleby do warstwy tłucznia, w taki sposób, jak to zostało pokazane na **Rys. 11**, musi zostać zastosowana geowłóknina wg parametrów wytrzymałościowo-jakościowych Ekobudex. Zastosowanie warstwy geowłókniny jest wymagane na dnie wykopu, pomiędzy tłuczniem a glebą podłoża, na bokach wykopu oraz na górze tłucznia. Warstwa geowłókniny musi całkowicie otaczać tłuczeń.

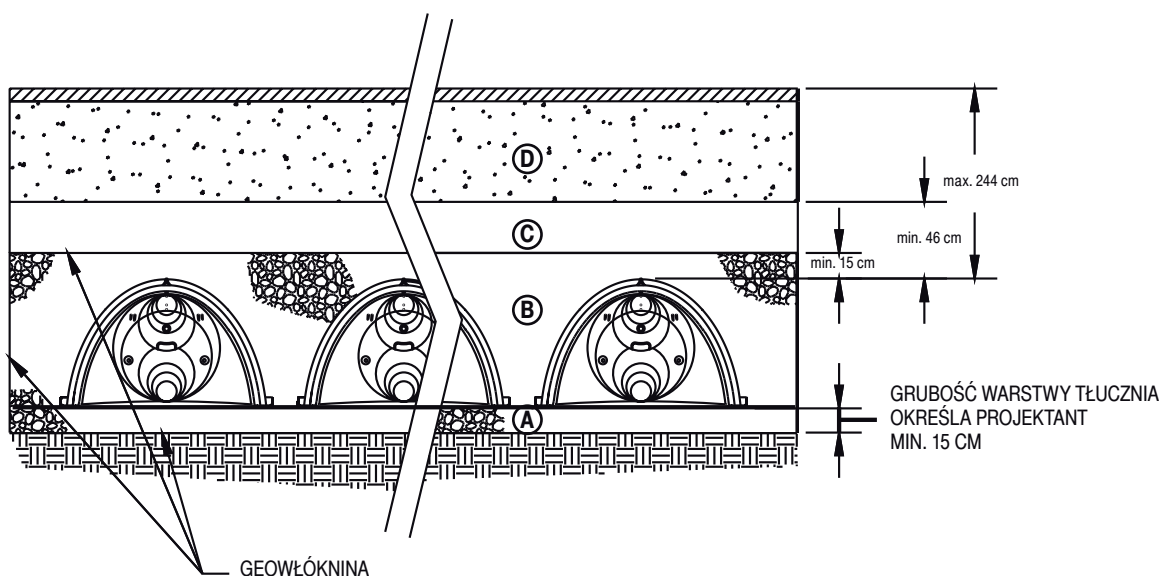
5 Posadowienie komór, wymagane materiały

5.7. Wypełnienie powyżej komór

W celu zapoznania się z dopuszczalnymi materiałami wypełnieniowymi, zasypywanymi powyżej warstwy o grubości 15 cm płukanego, kruszonego tłucznia, należy przejść do **Tabeli 5** oraz **Rys. 11**. Wymaga się zastosowania przykrycia o grubości minimum 46 cm oraz maksimum 244 cm, uwzględniając w tym 15 cm obsypki w postaci warstwy kamieni o uziarnieniu 31÷53 mm powyżej komór. W przypadku instalacji nieutwardzonych, na których może występować ruch pojazdów, wymaga się zastosowania warstwy wypełnienia o grubości minimum 61 cm.

Tabela 5. Dopuszczalne materiały wypełniające

	Rozmieszczenie materiału	Opis	Wymagania dotyczące zagęszczenia/gęstości gruntu
D	Materiał wypełniający ułożony pomiędzy warstwą utwardzoną a wysokością 46 cm powyżej wierzchołków komór.	Każdy rodzaj gleby, skały, gleby rodzimej lub zgodnej z projektem technicznym.	Należy przygotować projekt techniczny. Instalacje związane z utwardzeniem podłoża mogą mieć bardziej ostre wymagania dotyczące materiałów oraz przygotowania.
C	Materiał wypełniający ułożony pomiędzy wysokością 15 cm a 46 cm powyżej wierzchołków komór. W przypadku nawierzchni nieutwardzonych 61 cm.	Gleba ziarnista (dobrze przesortowana / mieszanina kruszywa, <35% frakcji drobnoziarnistych).	Należy zagęszczać w warstwach o grubości (15 cm), aż do uzyskania 95% standardowej gęstości wg normy Proctora. Masa walca nie może przekraczać 5,44 t. Siła dynamiczna nie może przekraczać 89 kN.
B	Obsypka kamienna otaczająca komory oraz usypana do wysokości 15 cm powyżej wierzchołków komór.	Tłuczeń płukany, 31÷63 mm.	Zagęszczenie nie jest wymagane.
A	Fundamentowanie kamienne poniżej stopy komór.	Tłuczeń płukany, 31÷63 mm.	Należy zastosować zagęszczanie udarowe lub walcowanie do osiągnięcia 95% standardowej gęstości wg normy Proctora.



Rys. 11. Rozmieszczenie materiału wypełniającego

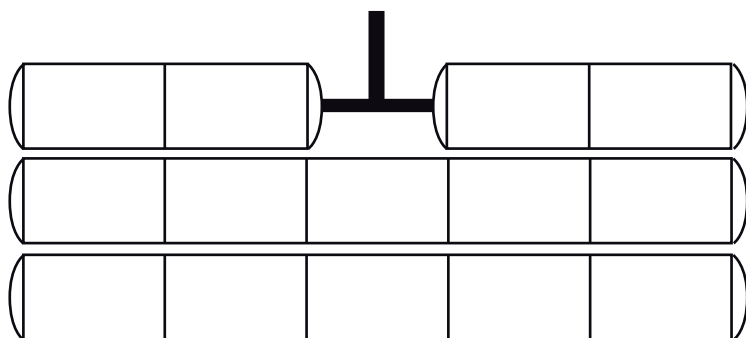
5 Posadowienie komór, wymagane materiały

5.8. Natężenia przepływów poprzecznych

Tłuczeń otaczający system komór drenażowych SC pozwala na gwałtowny przepływ wód deszczowych pomiędzy rzędami komór. Wody deszczowe będą podnosić się oraz opadać w wyrównany sposób w obrębie łóżyska zawierającego komory. Pojedyncza komora SC jest w stanie uwolnić lub przyjąć poprzez otaczające ją kamienie, wodę deszczową o natężeniu przepływu wynoszącym co najmniej $14,1 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Pionowy system dopływu do komór drenażowych

Istnieje prosta, niezbyt kosztowna metoda dopływu pionowego do rzędów komór. Należy komorę zastąpić trójnikiem, który podzieli rząd komór. Z trójnika wychodzić powinny krótkie odcinki rur, wchodzące w pokrywy skrajne, zamykające wyloty z komór.



Rys. 12. Dopływ pionowy

Maksymalne prędkości przepływów zapobiegające erozji podłoża kamiennego

Podrozdział ten ma zastosowanie w przypadku klasycznego kolektora oraz sieci awaryjnych przelewowych rurociągów dopływowych. Rzędy izolatorów zawieszin Isolator™ są zabezpieczone przed erozją poprzez zastosowanie geotkanin.

W celu uniknięcia powstawania zjawiska erozji fundamentu wykonanego z płukanego, kruszonego tłucznia, prędkości przepływów przez rurę dopływową nie mogą przekroczyć wartości parametrów podanych w Tabeli 6. Prędkości przepływów wyższe niż tam wyspecyfikowane, mogą spowodować nadmierny stopień erozji w strefie uderzenia strumienia wód dopływających, które mogą być szkodliwe dla zachowania się tłucznia kamiennego jako fundamentu konstrukcyjnego. Najprostsze środki ograniczające erozję to: warstwa z tłucznia o nieregularnej wielkości, zastosowanie geowłókniny lub środki rozpraszające rozprysk w przewidywanej strefie uderzenia wody. Wielu projektantów wprowadza środki ograniczające erozję jako ogólną praktykę, niezależnie od prędkości przepływu.

Tabela 6. Maksymalne prędkości dopływu zapobiegające erozji podłoża

Średnica króćca dopływu (mm)	Maksymalne prędkości przepływu przez króćce dopływu, zapobiegające erozji niechronionych fundamentów kamiennych wykonanych z płukanego tłucznia o wielkości kamienia (20÷50 mm). (m/s)
100	0,74
150	0,80
200	0,83
254	0,74
305	0,67
380	0,61
460	0,57
610	0,53

6 Wykonawstwo robót i instalacja systemu

6.1. Uwagi wstępne

Aby system został właściwie wykonany i podlegał gwarancji, należy przestrzegać poniższych warunków.

1. Każdy projekt systemu musi być wykonany przez uprawnionego projektanta specjalności konstrukcyjno-budowlanej w zakresie budownictwa hydrotechnicznego, instalacyjnej lub w zakresie melioracji.
2. Przed rozpoczęciem prac projekt powinien być uzgodniony z przedstawicielem firmy Ekobudex Sp. z o.o.
3. Należy pisemnie powiadomić przedstawiciela producenta 30 dni przed planowanym terminem rozpoczęcia i zakończenia robót. W ciągu 5 dni przedstawiciel ten, według własnego uznania, może przybyć na budowę i udzielić instruktażu.
4. Zalecane wykonanie dokumentacji fotograficznej montażu.
5. Nie należy montować uszkodzonych komór. W przypadku dostawy uszkodzonych komór należy skontaktować się z przedstawicielem producenta.
6. Do obsypki należy użyć przemytego tłucznia kamiennego o uziarnieniu $31\div 63$ mm, alternatywnie przetworzony beton. Większe i mniejsze uziarnienie jest niedopuszczalne. Stosowanie kamieni zaokrąglonych (otoczaków) jest niedopuszczalne.
7. Kruszywo, grunty do zasypki powinny mieć odpowiednie uziarnienie z maksimum 10% zawartością części spławialnych.
8. Wykonywanie systemów w luźnych piaskach wymaga szczególnej uwagi, zarówno w wykonawstwie, jak i w projektowaniu.
9. Lista referencyjna dostępna na stronie www.komory-drenazowe.pl

6.2. Organizacja placu budowy

W przypadku, gdy warunki placu budowy są trudne, jest wiele metod służących do ich poprawy. Niektóre technologie obejmują usunięcie oraz wymianę gruntów o gorszej nośności, zastosowanie przetworzonych w sposób inżynierski podłoży, kruszyw, przeprowadzanie zabiegów chemicznych oraz mechanicznych, włączając w to zastosowanie materiałów geosyntetycznych.

Geosiatka to także potencjalny, nadający się do użycia materiał w ramach rozwiązań inżynierskich, mających na celu polepszenie warunków panujących na placu budowy albo jako narzędzie konstrukcyjne w rękach doświadczonego Wykonawcy.

6 Wykonawstwo robót i instalacja systemu

6.3. Montaż komór drenażowych

Montaż komór drenażowych SC i pokryw jest bardzo prosty i szybki, odbywa się metodą nakładkową bez użycia elementów łączeniowych. Pofałdowania powierzchni komór zachodzą na siebie pozwalając na wykonanie w prosty sposób niezawodnego połączenia. Istnieje możliwość skracania komór na placu budowy i dostosowania systemu do istniejących warunków lokalizacyjnych.

Lista materiałów i wyposażenia

- Przemyty tłuczeń o uziarnieniu 31÷63 mm.
- Nietkany materiał filtracyjny, geowłóknina.
- Geosiatka (Tensar SS 20 lub odpowiednik) – opcjonalnie
- Pokrywy skrajne.
- Komory drenażowe typ SC.
- Zagęszczarka ręczna lub walec wibracyjny o sile dynamicznej nieprzekraczającej 4500 kg i ciężarze do 5400 kg.
- Wyrzynarka.
- Śladowa koparka z łyzką do przenoszenia kruszywa.
- Śladowa spycharka o nacisku maksymalnym 5300 kg/m².
- Sprzęt pomiarowy.

6.3.1. Opis montażu systemu komór drenażowych SC

Prace należy rozpocząć od wykonania wykopu i przygotowania miejsca dla łóżyska komorowego. Następnie wykładamy wykop geowłókniną, a na dnie umieszczamy warstwę obsypki z przemytego tłucznia (uziarnienie 31÷63 mm), którą zagęszczamy do min. 95% gęstości standardowej Proctora. Przyступujemy do układania ciągów komór drenażowych. Pierwsza układana komora powinna posiadać pokrywę zamontowaną w przedniej części. Dwie sąsiednie komory powinny być połączone na zakładkę. Na końcu ostatniej komory ciągu należy założyć pokrywę. W podobny sposób należy łączyć kolejne ciągi komór. Zgodnie z projektem należy zamontować osadnik wstępny, przewody dopływowe wraz z rurą dystrybucyjną, którą doprowadzimy wodę do systemu. Przykrycie systemu wykonujemy za pomocą obsypki z tłucznia (uziarnienie 31÷63 mm), następnie układamy materiał filtracyjny w celu zabezpieczenia systemu przed zanieczyszczeniem, a nad nim wykonujemy zasypkę o grubości kilkunastu centymetrów (wg. projektu). Po wykonaniu tych czynności możemy rozpocząć układanie chodnika (na powierzchni ulicy, itp.).

Na stronie www.komory-drenazowe.pl oraz na płycie CD znajduje się film „Montaż systemu komór drenażowych”.

6 Wykonawstwo robót i instalacja systemu



7 Eksploatacja i konserwacja systemów komór SC

Dla zapewnienia długotrwałego działania systemu niezbędna jest właściwa eksploatacja i konserwacja systemu. Podstawowym zabiegiem konserwacyjnym jest usuwanie osadów z łożyska. Częstotliwość oczyszczania osadów zależna będzie od stopnia zanieczyszczenia dopływającej wody.

Zalecane jest stosowanie rozwiązań sprzyjających odpowiedniemu podczyszczeniu dopływającej wody do systemu komór drenazowych. Może tu być zastosowany izolator zawieszin *Isolator*TM.

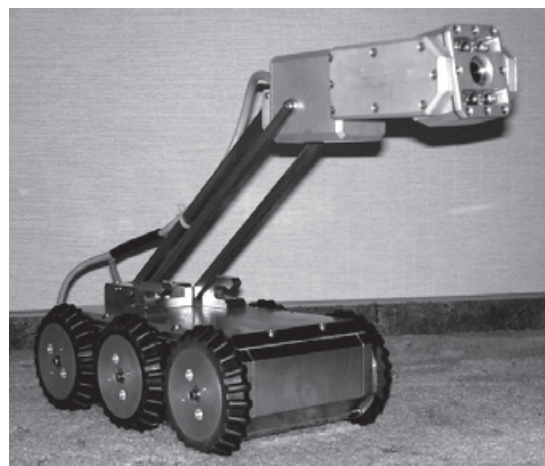
Dla umożliwienia sprawdzenia, czy system wymaga czyszczenia, należy zainstalować punkty kontrolne, które mogą służyć również do usuwania zawiesiny tworzącej się podczas czyszczenia systemu oraz do wentylacji systemu.

Głównym zadaniem w trakcie czyszczenia jest usunięcie osadów ze studzienek, które są instalowane na przewodach doprowadzających wodę do komór. W zależności od rodzaju studzienek czynność ta może odbywać się ręcznie lub mechanicznie przy pomocy pompy. Czyszczenie systemu należy przeprowadzić, gdy warstwa osadu będzie przekraczać 8 cm.

Zalecane jest sporządzenie harmonogramu konserwacji i eksploatacji systemu.



Samochód ssąco-płuczący, np. typ Kaiser



Kamera umożliwiającą inspekcję



Głowica czyszcząca

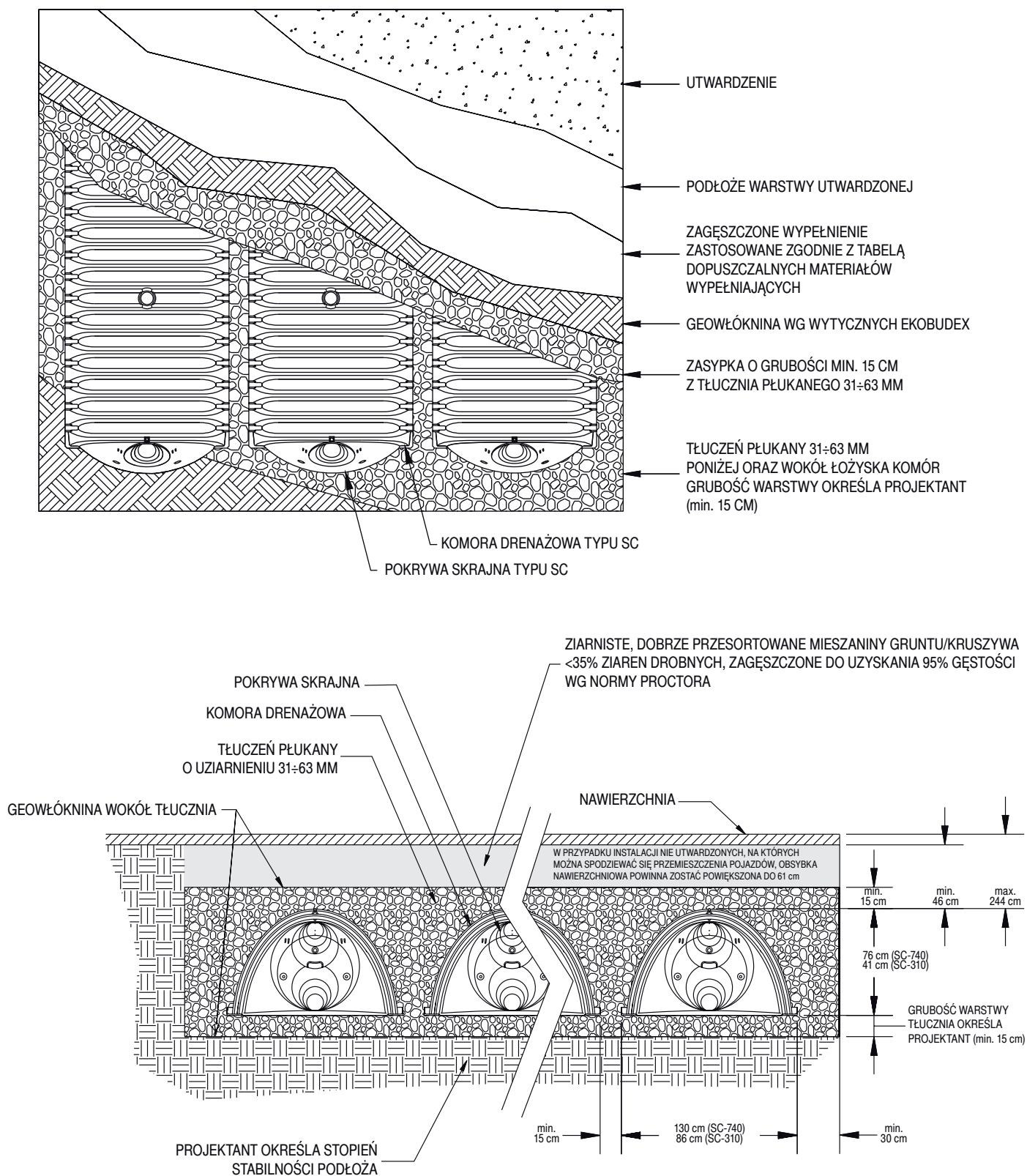


Głowica czyszcząca

Na stronie www.komory-drenazowe.pl oraz na płycie CD znajduje się film „Czyszczenie systemu komór drenazowych”.

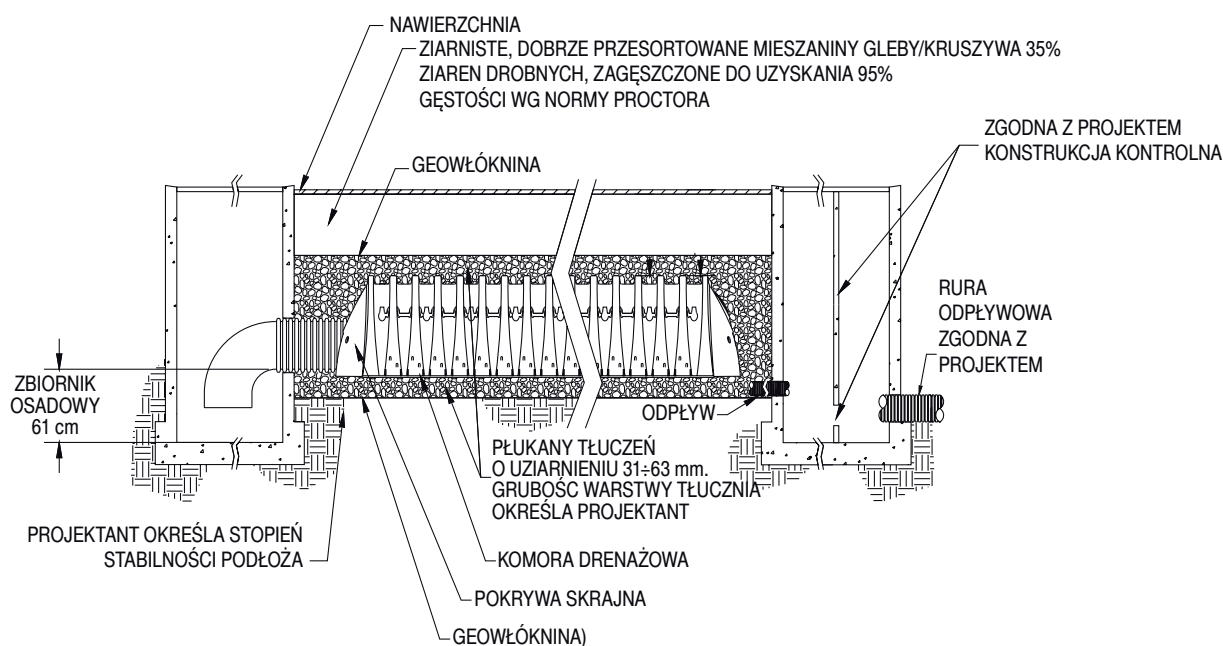
8 Rysunki szczegółowe

Poniżej przedstawione są przykłady niektórych rysunków technicznych. Rysunki wykonane w formacie AutoCAD, są dostępne na stronie internetowej www.komory-drenazowe.pl oraz na płycie CD.

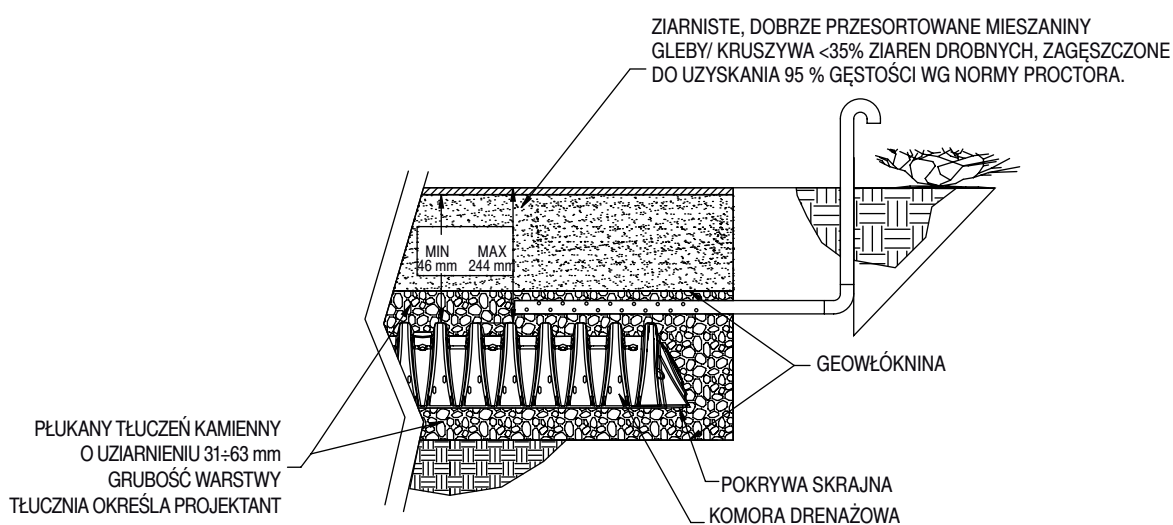


Rys. 13. Widok poziomy i pionowy – komora drenażowa typu SC (rysunek bez zachowania skali)

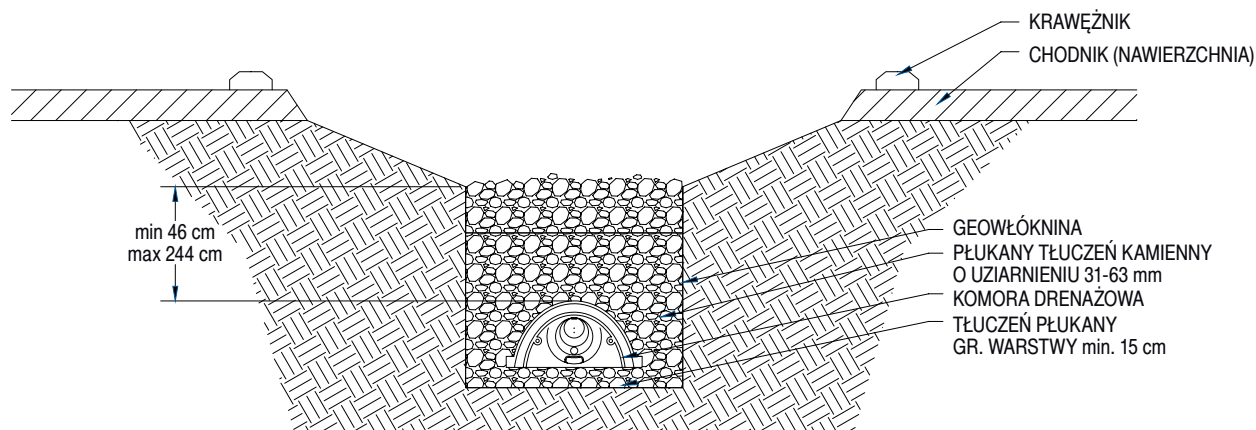
8 Rysunki szczegółowe



Rys. 14. Rysunek dopływu do komory oraz wylotu z komory (rysunek bez zachowania skali)



Rys. 15. Odpowietrzenie (rysunek bez zachowania skali)



Rys. 16. Zastosowanie systemu komór drenazowych SC jako rów odwadniający.

9 Gwarancja

- Udziela się gwarancji na okres 2 lat od daty zakupu komór.
- Gwarancja obejmuje wymianę uszkodzonych elementów systemu.
- Przedstawiciel producenta ma prawo, według własnego uznania, uczestniczyć w trakcie montażu instalacji systemu. Kupujący wyraża zgodę na powiadomienie przedstawiciela producenta na przynajmniej 30 dni przed rozpoczęciem montażu. Jeżeli Kupujący naruszy powyższy warunek, wówczas gwarancja traci ważność.
- Przedstawiciel producenta może, w ograniczonym zakresie, zapewnić szkolenie przed i w trakcie montażu. Zorganizowanie takiego szkolenia nie będzie mieć wpływu na warunki ograniczonej gwarancji.
- Obecność przedstawiciela producenta na miejscu montażu nie zwiększa odpowiedzialności producenta wynikającej z tytułu gwarancji. Nie ma ona też wpływu na prawa i obowiązki producenta oraz Kupującego (Inwestora).
- Kupujący jest odpowiedzialny za zainstalowanie i wykończenie systemu komór zgodnie z: zatwierdzonym projektem, pisemnymi specyfikacjami producenta oraz ze wszelkimi odnośnymi prawami, kodeksami, zasadami i regulaminem.
- Producent i jego przedstawiciel w żadnych okolicznościach nie odpowiadają za roszczenia wynikające z niewłaściwego projektu, transportu lub montażu systemu komór.
- Gwarancja nie obejmuje:
 - uszkodzeń przypadkowych,
 - uszkodzeń wynikających z normalnego zużycia systemu,
 - uszkodzeń wynikających z nieprawidłowego użytkowania systemu (nadużywania, zaniedbania, poddawania systemu nadmiernym obciążeniom, umieszczaniu niewłaściwych materiałów w systemie).

10 Formularz doboru systemu komór drenażowych SC

Ekobudex Sp. z o.o. ul. Kościerska 7, 80-328 Gdańsk tel/fax (58) 554-85-65, 554-85-66, 552-36-58, 552-40-69, 0 501 563 800 www.komory-drenazowe.pl, e-mail: komory@komory-drenazowe.pl			
Nadawca (nazwa, osoba kontaktowa, telefon)			
Adres obiektu			
Charakter obiektu (obiekt przemysłowy, użyteczności publicznej, dom jednorodzinny, wielorodzinny, parking, droga)			
Powierzchnia zbierania wody deszczowej:	Dach:	_____ m ²	Materiał pokrycia:
	Powierzchnia utwardzona:	_____ m ²	Rodzaj nawierzchni:
Rodzaj gruntu	wir		
	Piasek rednioziarnisty		
	Piasek drobnoziarnisty		
	Piasek ilasty		
	Gлина		
Współczynnik filtracji gruntu - k_f [m/s]			
Natężenie deszczu [l/s/ha]			
Poziom w d gruntowych [m]			
Wielkość dostępnej powierzchni dla instalacji komór (dł. x szer.) [m]			
Przeznaczenie systemu (retencja, rozsączanie, magazynowanie)			
Miejsce ułożenia komór	Teren zielony		
	Teren utwardzony	Ruch pieszy i samochody osobowe	
		Samochody ciężarowe	
Dopuszczalny odpływ do kanalizacji w przypadku instalacji retencyjnej [l/s]			
Preferowany typ komór drenażowych (SC-310 lub SC-740)			



Centrum handlowe



Lotnisko



Odwodnienie drogi

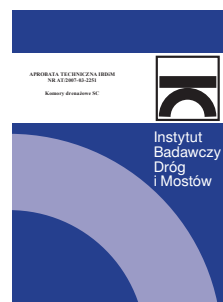


Stadion



Niezawodna wytrzymałość
14,5 tony/oś

APROBATA TECHNICZNA
INSTYTUTU BADAWCZEGO
DRÓG I MOSTÓW:
AT/2007-03-2251



Ekobudex Sp. z o.o.

EKOBUDEX Sp. z o.o.
ul. Kościarska 7, 80-328 Gdańsk
tel./fax: +48 58 554-85-65/66
+48 58 552-36-58
tel.: +48 58 552-40-69
tel. kom.: 501-563-800
komory@komory-drenazowe.pl
www.komory-drenazowe.pl