

SEMINARIUM

GOSPODARKA WODAMI OPADOWYMI NA TERENACH ZURBANIZOWANYCH

Gdańsk - Sobieszewo 15 - 17 marca 2004 r.



Gdańska Fundacja Wody

80-882 Gdańsk, ul. Rycerska 9

tel./fax (058) 305 54 30

tel. (058) 305 54 31, 320 28 65

biuro@gfw.pl www.gfw.pl

**AMERYKAŃSKI SYSTEM
GROMADZENIA I ODPROWADZANIA WÓD OPADOWYCH**



Gdańska Fundacja Wody

80-882 Gdańsk, ul. Rycerska 9
tel./fax (058) 305 54 30
tel. (058) 305 54 31; 320 28 65
e-mail: biuro@gfw.pl

Krystyna Gudelis-Matys
Katarzyna Gudelis-Taraszkiewicz

Ekobudex Sp. z o.o.
w Gdańsku

WSTĘP

Postępująca urbanizacja doprowadziła do zaasfaltowania i zabetonowania wielkich obszarów. Dzisiejsze miasta, a zwłaszcza ich centra przypominają asfaltowe pustynie, które uniemożliwiają przenikanie wód deszczowych do ziemi. Rozbudowana sieć kanalizacyjna odprowadza niemal całą ilość wody do odbiorników. Przy długotrwałych, nawalnych deszczach rozwiązanie to jest jedną z ważniejszych przyczyn występowania katastrofalnych powodzi. Dlatego właśnie coraz więcej zwolenników zyskuje zagospodarowanie wód opadowych w obrębie zlewni, w której spadł deszcz.

Kilkanaście lat temu, w Stanach Zjednoczonych, firma Infiltrator Systems, Inc. wprowadziła na rynek nowatorski system komór drenażowych do miejscowego zagospodarowania wód opadowych. System komorowy ma wszystkie zalety drenażu rurowego i jednocześnie eliminuje wiele jego wad. Wśród zalet systemu warto wyróżnić:

- duża pojemność pojedynczej komory,
- łatwy i szybki montaż,
- duża drożność systemu,
- możliwość czyszczenia systemu,
- ograniczenie powierzchni pola drenażowego,
- wytrzymałość mechaniczna,
- alternatywne rozwiązanie dla tradycyjnych zbiorników retencyjnych, studni chłonnych, rowów odwadniających,
- możliwość stosowania przy wysokim poziomie wód gruntowych,
- ograniczenie zużycia tłucznia.

System komór drenażowych można zastosować jako:

Infiltrację wody deszczowej do gruntu – w takim systemie obliczona objętość wód opadowych powinna zostać zatrzymana w systemie łożyska komorowego. Zazwyczaj taki system projektuje się jako bezodpływowy. Infiltracja do gruntu stanowi podstawowy mechanizm drenażu wody z łożyska. W miejscach, gdzie przewiduje się zastosowanie takiego systemu, szczególnie ważny jest stopień przepuszczalności gruntu oraz głębokość występowania 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 drenażowych (oczyszczanie mechaniczne).

Retencję wód deszczowych – w takim systemie obliczeniowa objętość wód opadowych musi być czasowo zatrzymana w systemie łożyska komorowego przed ich odprowadzeniem do środowiska. Dopuszczalne natężenie odpływu zależy od konkretnych regulacji prawnych (uzgodnienia, pozwolenie wodno-prawne, itp.) oraz obliczonego maksymalnego natężenia spływu, zarówno przed, jak i po zastosowaniu systemu komorowego. Przy takim zastosowaniu wykorzystuje się otwory wylotowe o kontrolowanym przepływie, zwykle w formie wielokryzowej lub wieloprzelewowej, których wielkość jest dostosowana do konkretnych przepływów. Projektowany czas opróżniania systemu zwykle nie powinien być dłuższy niż 48 godzin.

Zatrzymanie spływu pierwszej fali deszczu ze zlewni – system ten powinien zapewniać zatrzymanie pierwszych 13+25 mm wysokości opadu dla danej zlewni. Pierwsza fala spływu wód opadowych z chodników i innych nieprzepuszczalnych powierzchni niesie największy ładunek zanieczyszczeń. Zatrzymanie tego spływu i poddanie go przefiltrowaniu przez warstwę gruntu (oczyszczanie mechaniczne) 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 systemu infiltracji do gruntu, 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. Zastosowanie otworów rewizyjnych umożliwia kontrolę jakości wody w komorach.

System komór drenażowych znajduje zastosowanie w budownictwie indywidualnym, budownictwie dróg, osiedli oraz obiektów przemysłowych. Dzięki wysokiej wytrzymałości mechanicznej komory mogą być montowane pod chodnikami, ulicami, parkingami, a także na terenach zielonych obiektów handlowych, przemysłowych, rekreacyjnych oraz mieszkalnych, czyli wszędzie tam, gdzie istnieją ograniczenia przestrzenne i tam, gdzie włączenie dodatkowej ilości wód opadowych do sieci miejskiej jest utrudnione, zbyt kosztowne lub wręcz niemożliwe.

CHARAKTERYSTYKA KOMÓR DRENAŻOWYCH

Komory drenażowe wykonane są z formowanego wtryskowo polietylenu o wysokiej gęstości (min. gęstość $0,9 \text{ g/cm}^3$ – ASTM. D 1248, D 1505).

Są to konstrukcje o otwartym dnie (przekrój porzecznym w kształcie odwróconej litery U). Każda górna część komory jest wygięta w łuk, dodatkowo wierzch i ściany boczne są faliste,

co przekonuje o dużej wytrzymałości konstrukcji. Przy założeniu, że warstwa gruntu nad systemem wynosi 46+243 cm, komora ma wytrzymałość 14,5 t/oś samochodu i w efekcie system może być z powodzeniem stosowany np. dla odwodnień wielkich powierzchni parkingów. Ściany boczne posiadają perforacje (szczeliny), które umożliwiają infiltrację do gruntu. Ścianki komory są grubości 3,2 mm. Długość komory to 1,90 m, szerokość – 86 cm, wysokość – 41 cm. Niewielka waga komory – 14 kg – zdecydowanie usprawnia montaż, nie wymaga on użycia ciężkiego sprzętu.

Wielką zaletą systemu jest elastyczność w zakresie projektowania. Komory mogą być łączone w łożyska lub rowy różnych rozmiarów. Istnieje również możliwość demontażu i umiejscowienie komór w innej części działki, zależnie od potrzeb inwestora.

PROJEKTOWANIE SYSTEMU KOMÓR DRENAŻOWYCH

Przed podjęciem prac projektowych należy określić funkcję, jaką ma spełniać system komorowy, tzn.: infiltracja wód opadowych do gruntu, retencja wód deszczowych, czy zatrzymanie pierwszej fali spływu ze zlewni oraz dokonać oceny warunków gruntowych hydrologicznych, a także prawnych.

Określenie wielkości systemu

L.p.	Etap	Wzór	Jednostka
1.	Objętość przechowywanej wody*	$V_s = 0,131 \times F$	m ³
2.	Ilość komór drenażowych	$C = V_s / 0,68$	szt.
3.	Rozmiar łożyska (wykop)	$S = C \times 1,64$	m ²
4.	Ilość tłucznia	$V_{st} = C \times 0,65$ $V_{st} = C \times 0,91$	m ³ t
5.	Objętość wykopu	$E_x = C \times 1,53$	m ³
6.	Ilość mat. filtracyjnego	$F = 1,1 (S + 2,4 \times S^{1/2} + 0,36)$	m ²
7.	Ilość geosiatki	$G = 1,1 (S + 6 \times S^{1/2} + 9)$	m ²
8.	Ilość pokryw (ścian)**	$E_p = 2 \times S^{1/2}$	szt.

* **Uwaga:** Dla obliczenia orientacyjnych kosztów przyjęto $V_s = Q = q \times F_{ZR}$, gdzie: $q = 0,131 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{ha}$, a F_{ZR} równa się powierzchni zlewni F [ha], stąd $V_s = 0,131 \times F$.

** **Uwaga:** Dla obliczenia orientacyjnych kosztów przyjęto, że liczba ciągów z komorami równa się pierwiastkowi z powierzchni łożyska (łożysko w kształcie kwadratu).

Obliczenie wielkości odpływu w systemie infiltracji do gruntu

Odpływ w takim systemie równa się wielkości spływu burzowego (deszczowego), który jest obliczony w powyższym punkcie.

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

Według prawa Darcy:

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

- gdzie: 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 łożyska), m²
t – czas przepływu w gruncie, s

Należy sprawdzić, czy powierzchnia łożyska wystarczy do opróżnienia go przez infiltrację do gruntu. Opróżnianie łożyska powinno nastąpić w określonym czasie (w większości przypadków przyjmuje się 10 dni). W tym celu powyższy wzór należy przekształcić tak, aby uzyskać czas opróżniania łożyska:

$$t = Q/A \times i \times k \text{ [s]} < t = 10 \text{ dni} = 864000 \text{ s}$$

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 $i = l$.

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 przechwytyjącego [Vst]:

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

- gdzie: P – wysokość opadu, m
F – powierzchnia zlewni, m²

MONTAŻ SYSTEMU KOMÓR DRENAŻOWYCH

Po zaprojektowaniu systemu, tj. wyliczeniu objętości wody, jaką ma przechować system, rozmiaru i objętości wykopu, a także ilości pokryw, tłucznia, materiału filtracyjnego, geosiatki, niezbędnych do zamontowania systemu, możemy przystąpić do montażu systemu.

Prace należy rozpocząć od wykonania wykopu i przygotowania miejsca dla łożyska komorowego. Następnie wykładamy brzegi geowłókniną, a na dnie umieszczamy warstwę obsypki z przemytego tłucznia, którą zagęszczamy. Przystępujemy do układania ciągów komór drenazowych. Pierwsza układana komora powinna posiadać pokrywę zamontowaną w przedniej części. Dwie sąsiednie komory powinny być połączone zatraskami i przykręcone do siebie wkrętami ze stali nierdzewnej. 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, następnie układamy materiał filtracyjny w celu zabezpieczenia systemu przed zanieczyszczeniem, a nad nim wykonujemy zasypkę o grubości kilkunastu centymetrów. Na warstwie zasypki układamy geosiatkę i przykrywamy ją kolejną warstwą zasypki. Po wykonaniu tych czynności możemy rozpocząć układanie chodnika (nawierzchni ulicy, itp.).

PODSUMOWANIE

System komór drenażowych powstał w Stanach Zjednoczonych 17 lat temu. Na całym świecie, w tym także w Polsce, pracuje ponad 600.000 systemów do miejscowego odprowadzania wód deszczowych. Obecnie montuje się ich ok. 12.000 miesięcznie. Zainteresowanie systemem i rosnąca sprzedaż komór pozwala na ciągle udoskonalanie produktu.

W wyniku prowadzonych badań i doświadczeń, oprócz zaprezentowanej komory H-20, wprowadzono na rynek komory o większej pojemności. Największa komora ma pojemność 2,16 m³ – można więc budować systemy komorowe zajmując coraz mniej miejsca.

Zaprezentowany system komór drenażowych do miejscowego odprowadzania wód deszczowych może zastąpić w wielu miejscach:

- powierzchniowe zbiorniki retencyjne,
- trawiaste rowy odwadniające,
- studnie chłonne,
- rurowe drenaże rozsączające.

Pozwala to zaoszczędzić teren, wykorzystać go podwójnie oraz zaoszczędzić pieniądze na budowę kanalizacji, a także zostawić wodę deszczową w zlewni.

LITERATURA

1. Komory drenażowe – Wytyczne do projektowania i instalowania systemów magazynowania i odprowadzania wód opadowych do gruntu za pomocą komór drenażowych firmy Infiltrator.

ZAŁĄCZNIKI:

1. Wygląd, podstawowe dane techniczne komory drenażowej H-20.
2. Przykład systemu komór drenażowych z zastosowaniem perforowanej rury doprowadzającej wodę. Przekrój podłużny przez system doprowadzania wody do komory.
3. Rzut poziomy typowego systemu komór drenażowych. Przekrój poprzeczny przez system komór drenażowych.
4. Przekrój otwartego rowu odwadniającego. Studzienka kontrolna.
5. Instalacja systemu komór drenażowych.
6. Aprobata techniczna.

ZAŁĄCZNIK nr 1

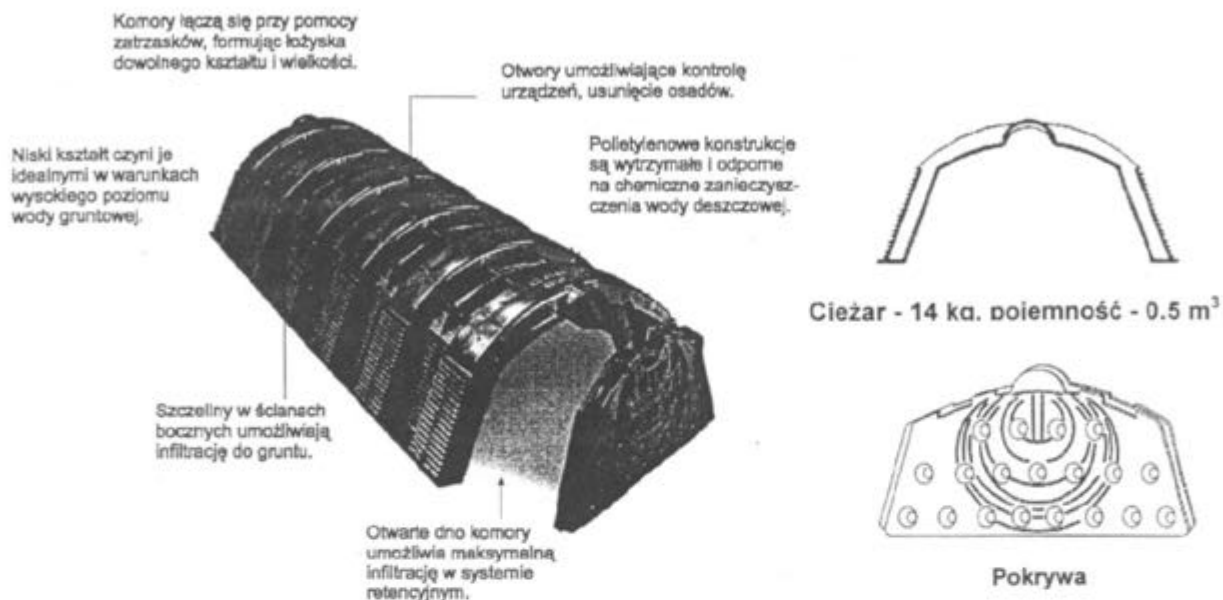
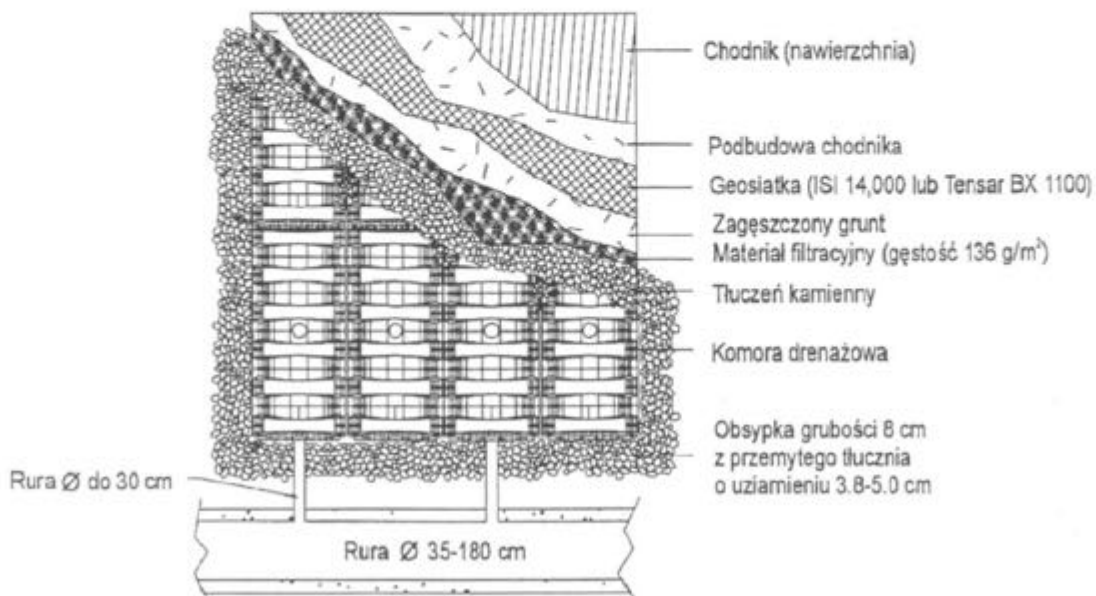


Tabela. Podstawowe dane techniczne komory drenażowej H-20

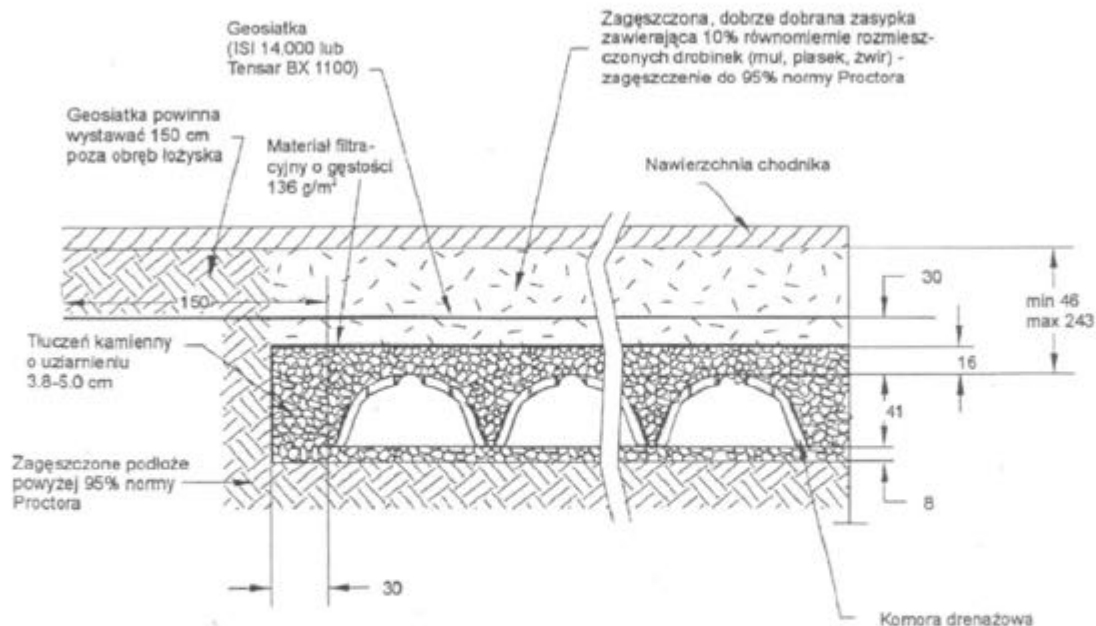
Parametr	Jednostka	Wartość
Wymiary:		
- szerokość	m	0,86
- długość	m	1,90
- wysokość	m	0,41
Pojemność	m ³	0,462
Ciężar	kg	14
Grubość ściany	mm	3,2

ZAŁĄCZNIK nr 3

Rzut poziomy typowego systemu komór drenażowych



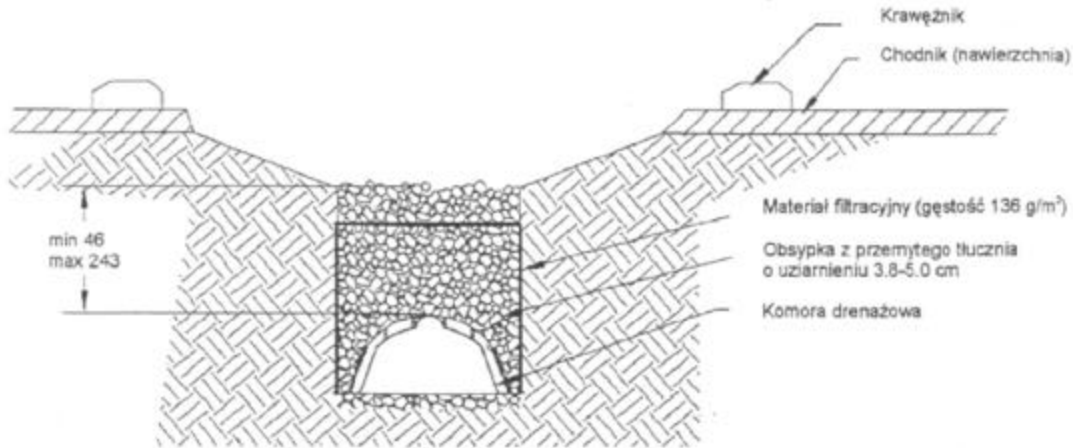
Przekrój poprzeczny przez system komór drenażowych



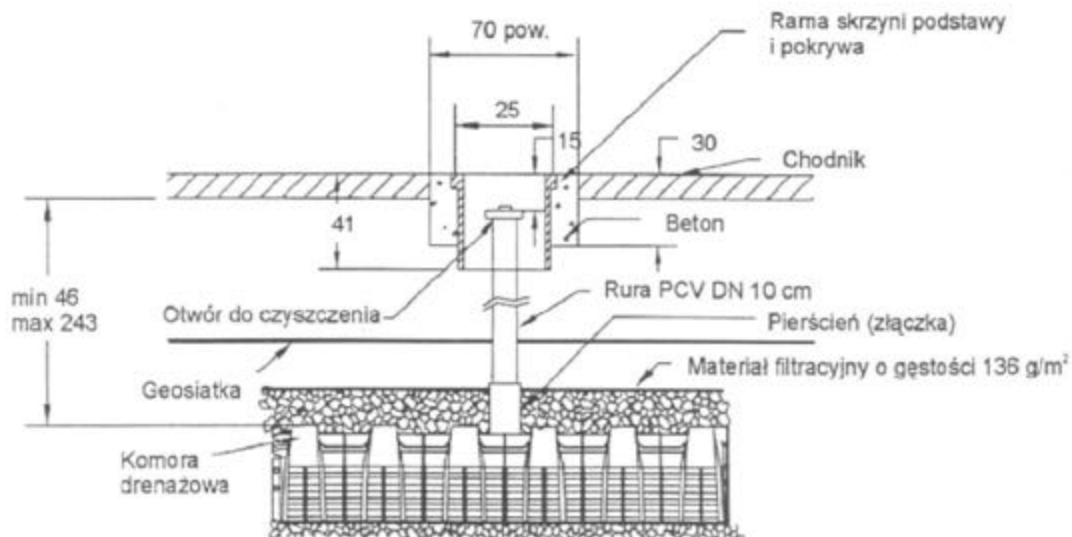
Uwaga: Zakład dwóch kolejnych rolek geosiatki wynosi 60 cm.

ZAŁĄCZNIK nr 4

Przekrój otwartego rowu odwadniającego



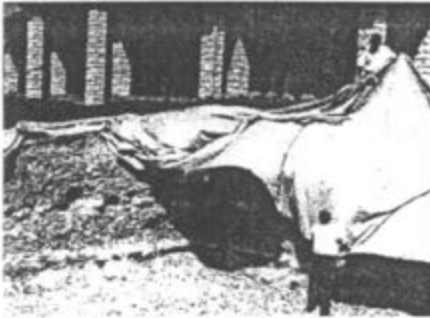
Studzienka kontrolna



ZAŁĄCZNIK nr 5

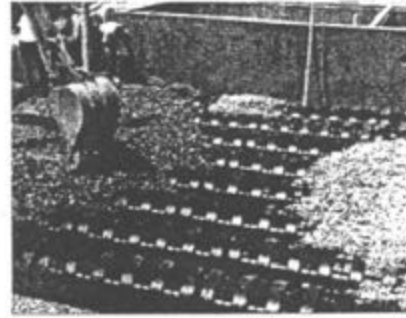
Instalacja systemu komór drenażowych

Wykonanie wykopu i przygotowanie miejsca dla łożyska komorowego

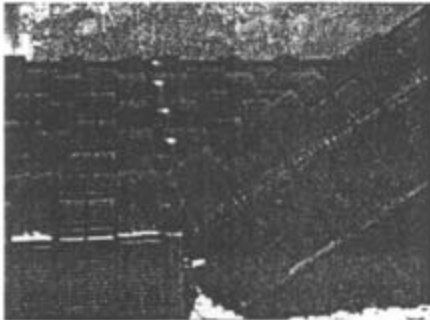


Montaż systemu komór drenażowych

Przykrycie systemu



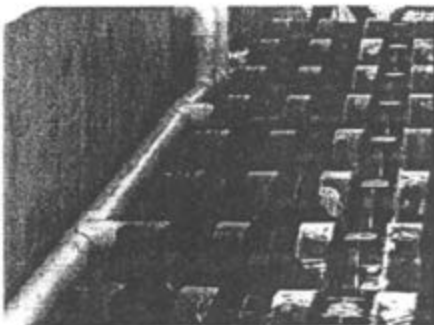
Wykonanie obsypki z tłucznia



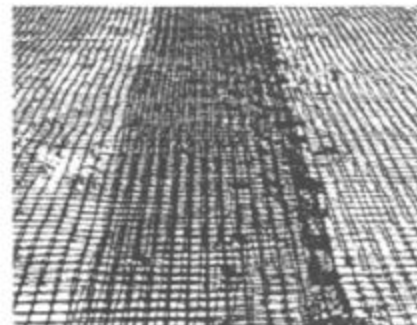
Łączenie ciągu komór



Zagęszczanie obsypki



Zakładanie rury dystrybucyjnej



Układanie geosiatki