

WYŻSZA SZKOŁA EKOLOGII I ZARZĄDZANIA
WYDZIAŁ ARCHITEKTURY

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
SEKCJA INŻYNIERII PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH
KOMITETU INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ PAN

PROBLEMY WSPÓŁCZESNEJ ARCHITEKTURY I BUDOWNICTWA

MATERIAŁY PIERWSZEJ KRAJOWEJ KONFERENCJI
ARCHBUD

Praca zbiorowa
pod redakcją
prof. dr. hab. inż. Jana Misiaka
dr. hab. inż. Wojciecha Dornowskiego, prof. WSEiZ



Zakopane, 3-5 września 2008

Katarzyna GUDELIS-TARASZKIEWICZ
EKOBUDEX Gdańsk

CZY WODY DESZCZOWE MUSZĄ BYĆ PROBLEMEM? ODWODNIENIA NOWEJ GENERACJI

Streszczenie

W ciągu ostatnich lat obserwujemy bardzo dynamiczny rozwój polskich miast, a także rozbudowę terenów przedmiejskich. Zmusza to projektantów do szukania nowych systemów do zagospodarowania wód deszczowych, gdyż tradycyjne rozwiązania bardzo często się nie sprawdzają.

1. WSTĘP

Najbliższe kilka lat to niezwykle wyzwanie budowlane dla naszego kraju. Organizacja Mistrzostw Europy w piłce nożnej – Euro 2012 to dla Polski ogromna szansa na rozwój. Planuje się budowę ok. 1000 km autostrad, ok. 2200 km dróg ekspresowych oraz unowocześnienie 12 krajowych lotnisk.

W Warszawie ma powstać Stadion Narodowy, w Gdańsku Baltic Arena, a swoje stadiony zbuduje lub zmodernizuje również Poznań, Wrocław, Chorzów i Kraków. Każdy z takich obiektów wymaga zbudowania dróg dojazdowych, parkingów, stacji paliw, hoteli (Warszawa – 100 hoteli, Poznań – 70, Gdańsk – 36, Wrocław – 23). Wszystkie te inwestycje będą musiały być odwodnione. To tysiące kilometrów nowych sieci kanalizacji deszczowej, setki zbiorników retencyjnych oraz modernizacja istniejących sieci kanalizacji deszczowych itd.

Pisząc o odwodnieniach nie sposób nie wspomnieć o deszczu. W Polsce występuje w ciągu roku 120-150 dni deszczowych w tym w większości są to deszcze o małym natężeniu (trwają nawet kilka godzin). Deszcze o dużym natężeniu występują 5-6 razy do roku (trwają 10-40 min.) Największe opady występują w górach i wynoszą od 800 do 1500 mm w ciągu roku, na wyżynach i pojezierzach od 700 do 800 mm, natomiast na nizinach wynosi od 450 do 550 mm.

Jeszcze do niedawna wody deszczowe stanowiły uciążliwość, lecz kwestia ich odprowadzania traktowana była jako mało istotna. Woda deszczowa najczęściej trafiała do kanalizacji burzowej, a stamtąd wprost do wód powierzchniowych – rzek i jezior. W przypadku nadmiernych opadów postępowanie takie prowadziło do niekontrolowanego i niebezpiecznego podwyższenia poziomu

wód w rzekach. Straty wynikające z tego tytułu były wielokrotnie widoczne podczas katastrofalnych powodzi.

Dopiero gdy zrozumiano, jak cennym dobrem jest woda deszczowa, zaczęto szerzej spoglądać na alternatywne metody zagospodarowywania wód deszczowych oraz możliwości ich wykorzystania. Obecnie zatrzymanie wód deszczowych u źródła – ich infiltracja do gruntu traktowana jest jako proces proekologiczny, który korzystnie wpływa na gospodarkę wodną w zlewni.

Możemy infiltrować wody deszczowe poprzez:

- studnie rozsączające,
- drenaże rurowe,
- komory drenażowe,
- skrzynki rozsączające,
- zbiorniki retencyjno-infiltrujące.

Wodę deszczową możemy także powierzchniowo retencjonować i odparowywać, a także wykorzystywać zretencjonowane wody deszczowe do podlewania zieleni, splukiwania ulic, itp. Jest to schemat zbliżony do schematu funkcjonującego w środowisku naturalnym, w którym istnieje równowaga pomiędzy ilością opadu z jednej strony, a wsiąkaniem, spływem i parowaniem wody z drugiej.

Lokalne zagospodarowywanie wód opadowych ma wiele zalet:

- wspomaga tworzenie się nowych wód gruntowych, jak również naturalnie podwyższa odpływ wód w małych ciekach,
- obniża odpływ wysokiej wody oraz obniża szkodliwy wpływ na ekosystem w wodach powierzchniowych,
- odciąża sieć kanalizacyjną w czasie ulewnych deszczów,
- umożliwia budowę kanałów z mniejszymi średnicami na nowych osiedlach,
- umożliwia tworzenie i wykorzystanie rezerwy w kanałach na istniejących osiedlach, a więc podwyższenie stopnia przyłączenia do kanalizacji oraz obniża koszty renowacji kanałów.

2. STUDNIE ROZSĄCZAJĄCE

Studnię budujemy z segmentów (np. kręgi betonowe) lub kupujemy gotową z tworzywa i doprowadzamy do niej wodę opadową. Zasada funkcjonowania studni rozsączającej jest prosta. Zebrana woda infiltruje do gruntu przez dno i ściany. Wysokość studni to zazwyczaj 2-3 m, dlatego też studnie mogą być stosowane wyłącznie w przypadkach, gdy zwierciadło wody gruntowej jest na dużej głębokości. Infiltracja odbywa się głównie przez dno (średnica 1 m), czyli jest dość mała. W celu polepszenia sprawności infiltracji i retencji można kilka studni połączyć ze sobą w tzw. galerie chłonne. Praktyka pokazuje, że studnia rozsączająca sprawnie działa przez pierwsze 6 miesięcy, następnie z powodu kolmatacji jej efektywność spada, aż wreszcie studnia przestaje działać.

Projektując studnie rozsączające, np. na parkingu, wskazane jest zastosowanie dodatkowych płyt odciążających, które zabezpieczą studnie przed nadmiernym obciążeniem.

3. DRENAŻE RUROWE

Przy drenażach rurowych wodę deszczową doprowadzamy do ciągu perforowanych rur ułożonych w obsypce żwirowej. Wielkość rur i rowów ograniczana jest najczęściej położeniem zwierciadła wody gruntowej. Zdolność retencyjna drenażu rurowego jest wyższa niż w studniach chłonnych. Drenaże mogą być stosowane w przypadku wysokich wód gruntowych. Nie ma możliwości czyszczenia, więc w przypadku niesprawnego działania jedynym wyjściem pozostaje odkopanie i przełożenie drenażu.

Zbiorniki retencyjne

Podstawowym zadaniem zbiorników retencyjnych jest redukcja oraz wyrównywanie natężenia dopływu wód opadowych do odbiornika, bądź zmagazyrowanie wód deszczowych. Skuteczność działania zbiornika retencyjnego zależy od trafności jego lokalizacji, wyboru rodzaju oraz jego prawidłowego wymiarowania i wykonania. Bez względu na rodzaj zbiornika wymaga on dużych powierzchni. Często lokalizacja nie jest możliwa ze względu na brak terenu lub z przyczyn ekonomicznych. Projektowanie zbiorników retencyjno-odparowujących jest problematyczne. W naszym klimacie to rozwiązanie może okazać się mało skuteczne.

W ostatnich latach pojawiły się na polskim rynku nowe rozwiązania techniczne, umożliwiające miejscowe zagospodarowywanie wód deszczowych. Są nimi komory drenażowe oraz skrzynki rozsączające. Nie są to rozwiązania rewolucyjne w sposobie działania. Są to metody bazujące na tradycyjnym podejściu do odprowadzania wód deszczowych, eliminujące jednocześnie ich niedoskonałości.

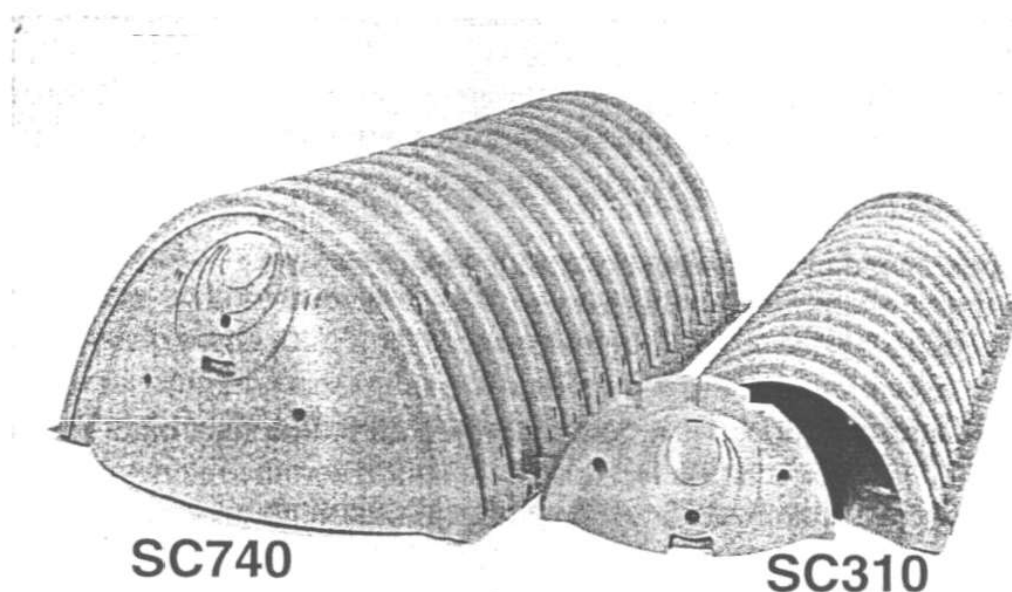
Skrzynki rozsączające

Skrzynki wykonane są z polipropylenu. Są to konstrukcje o kształcie prostopadłościanu o ażurowych ścianach. Pojemność skrzynki od 0,2 m³ do 0,4 m³. Skrzynki są jednostkami o niewielkiej zdolności retencyjnej, jednak poprzez zastosowanie zespołu skrzynek (układ szeregowy, blokowy – w jednej lub kilku warstwach) możemy powiększyć zdolność retencyjną systemu.

Odpowiednie rozwiązania ścian pozwalają uzyskać stosunkowo dużą powierzchnię kontaktu zgromadzonej wody z podłożem. Minimalne przykrycie skrzynek to 40 cm na terenach zielonych, a 80 cm na terenach, gdzie występują obciążenia. Konstrukcja skrzynkowa jest rozwiązaniem interesującym, jednak w

warunkach dużych mas wód i występowania dużych obciążeń dynamicznych wskazane są rozwiązania efektywniejsze.

4. KOMORY DRENAŻOWE



Rys. 5 Komora drenażowa SC740 i SC310

Kilkanaście lat temu, w Stanach Zjednoczonych, wprowadzono na rynek nowatorski system do miejscowego zagospodarowania wód opadowych - komory drenażowe.

Zasada działania komór drenażowych bazuje na tradycyjnym podejściu do odprowadzania wód opadowych tj:

- powierzchniowych zbiornikach retencyjnych,
 - trawiastych rowach odwadniających,
 - studniach chłonnych,
 - rurowych drenaży rozsączających,
- eliminując jednocześnie wiele jego niedoskonałości.

Wśród zalet systemu warto wyróżnić:

- duża pojemność pojedynczej komory,
- łatwy i szybki montaż,
- duża drożność systemu,
- możliwość inspekcji (np.kamerą) i czyszczenia pod ciśnieniem (WUKO)
- 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,
- możliwość rozbudowy lub przeniesienia,
- możliwość ponownego wykorzystania zgromadzonej wody (podlewanie, spłukiwanie toalet)

Dzięki wysokiej wytrzymałości mechanicznej komory mogą być montowane pod :

- chodnikami,
- ulicami,
- parkingami

a także na terenach:

- zielonych,
- obiektów handlowych,
- przemysłowych,
- rekreacyjnych,
- 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.

Komora drenażowa jest urządzeniem uniwersalnym. Wykonane są z polipropylenu metodą wtryskową. Komory występują w dwóch typach SC-310 i SC-740. Pojemność komór wynosi od 0,9 m³ do 2,6 m³. Wysokość 41 cm pozwala na stosowanie gdy woda gruntowa jest wysoko. gdy wody gruntowe są wysoko. Komora ma otwarte dno i otwory w ścianach bocznych, co umożliwia bardzo efektywną infiltrację wody do gruntu.

Dzięki specjalnej konstrukcji (kształt odwróconej litery U), wygięcie górnej części w łuk oraz to, że wierzch i ściany boczne są faliste, komora wytrzymuje bardzo duże obciążenia – 14,5 t/oś samochodu (obciążony TIR), dlatego system komorowy może być z powodzeniem stosowany np. pod wielkopowierzchniowymi parkingami bez dodatkowych płyt odciążających. Komory są łatwe w montażu, mogą być łączone w łożyska lub rowy różnych rozmiarów. Istnieje również możliwość demontażu i przeniesienia komór w inne miejsce, zależnie od potrzeb inwestora. Dzięki zastosowaniu jako podłoża dla komór grubego tłucznia wyeliminowano problem kolmatacji. Specjalne otwory rewizyjne pozwalają na inspekcję systemu oraz ewentualne czyszczenie.

5. PROJEKTOWANIE SYSTEMU KOMÓR DRENAŻOWYCH

Przed podjęciem prac projektowych należy określić funkcję, jaką ma spełniać system komór drenażowych, 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 polega na wyznaczeniu ilości komór, pokryw, tłucznia, geowłókniny oraz objętości wykopu.

Na podstawie tak określonych ilości wyznacza się orientacyjny koszt systemu.

1. Wymagana objętość komór [V_s] w m^3

Wymagana objętość komór drenażowych jest równa objętości spływu wód deszczowych.

Dla obliczenia orientacyjnych kosztów przyjęto:

$$V_s = Q = q \times F_{ZR} \times t \quad [m^3]$$

gdzie:

V_s – objętość komór drenażowych [m^3]

Q – objętość spływu wód deszczowych [m^3]

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

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

F_{ZR} – powierzchni zredukowana zlewni [ha]

F – powierzchnia rzeczywista zlewni [ha]

Wstępnie zakłada się, że powierzchnia zlewni zredukowanej F_{ZR} równa jest powierzchni całkowitej zlewni F (tzn. współczynnik spływu $\varphi = 1$). Współczynnik spływu jest zależny od rodzaju odwadnianej powierzchni (np. dla powierzchni z płyt betonowych wynosi 0.7, dla dachów szczelnych 1.0). Stąd wzór na objętość komór drenażowych przyjmuje postać:

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

2. Wymagana ilość komór [C] w szt.

$$C = V_s / \text{Pojemność wybranej komory (tab. 1)}$$

| | Pojemność magazynowania wody przez samą komorę | Pojemność przypadająca na komorę oraz fundament kamienny o grubości: | | |
|--------|--|--|----------------|----------------|
| | | (15 cm) | (30 cm) | (46 cm) |
| | | m ³ | m ³ | m ³ |
| SC-740 | 1,3 | 2,1 | 2,3 | 2,6 |
| SC-310 | 0,4 | 0,9 | 1,0 | 1,2 |

Tab. 1.

3. Wymagana powierzchnia łożyska (wykopu) z komorami [S] w m²

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

lub

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

4. Wymagana ilość obsypki z tłuczni [V_{st}] w m³

W celu przeliczenia całkowitej masy tłuczni (2-5 cm) stosujemy przelicznik z (tab.2)

$$V_{st} = C \times \text{przelicznik (tab. 2)}$$

| | 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 |

Tab. 2.

5. Wymagana objętość wykopu [E_x] w m³

$$E_x = C \times \text{przelicznik (tab. 3)}$$

| | 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 |

Tab. 3.

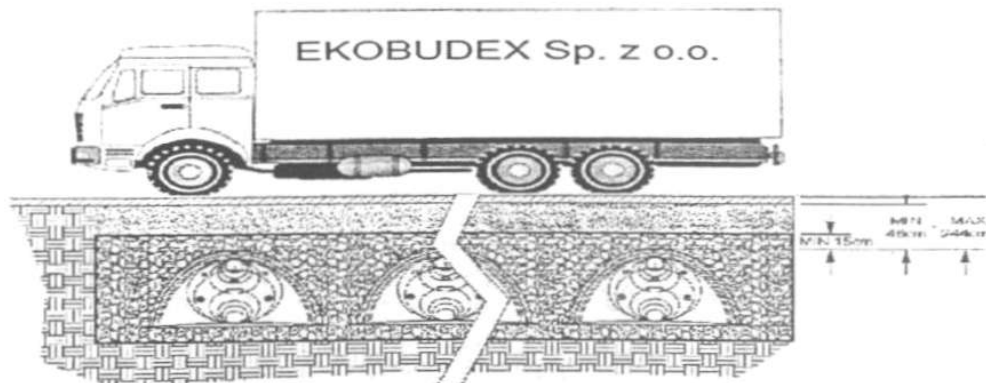
6. Wymagana ilość materiału filtracyjnego [F] w m²

Dno i boki łożyska 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 rolek tkaniny filtracyjnej bok do boku lub skraj do skraju.

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

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

Istnieje możliwość inspekcji systemu komór drenażowych SC (np. kamerą), konserwacji oraz czyszczenia (pod ciśnieniem). Dodatkowo dla zabezpieczenia systemu przed zawiesinami, które mogą dostać się do systemu warto zastosować tzw. separator zanieczyszczeń *IsolatorTM*. Jest to jeden ciąg komór SC owinięty odpowiednio dobraną geowłókniną. Separator zanieczyszczeń należy zaprojektować z uwzględnieniem studzienki rewizyjnej z zamontowanym przelewem po stronie dopływu wody. Studzienka jest wielofunkcyjna. Umożliwia dostęp do systemu w celu inspekcji a także konserwacji.



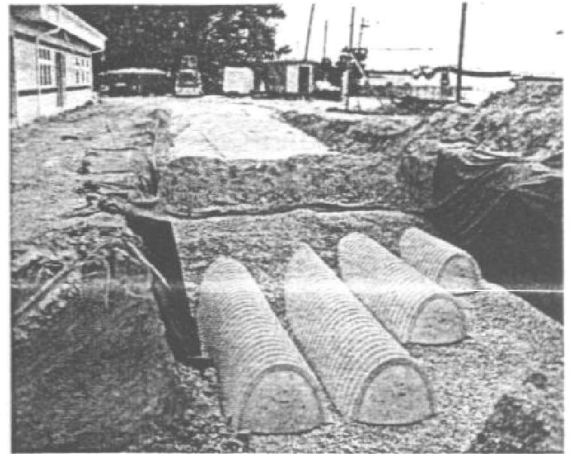
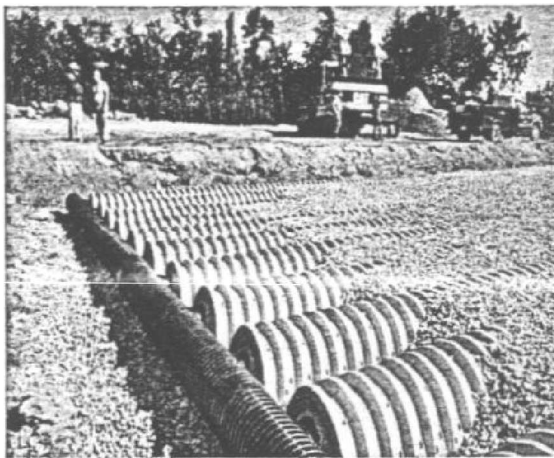
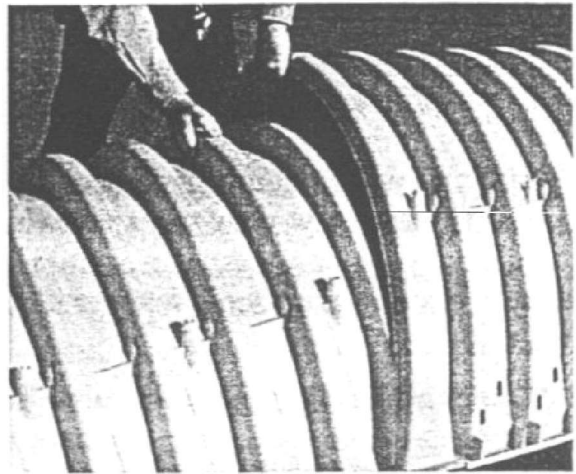
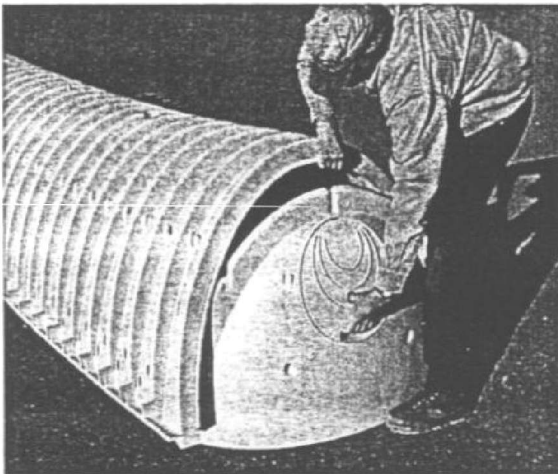
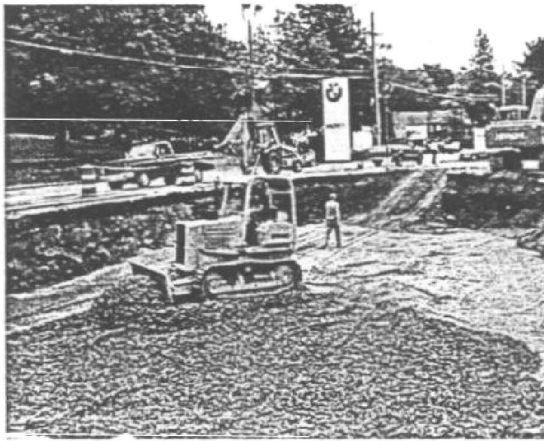
Rys. 5. Zastosowanie w trudnych warunkach (obciążenie do 14,5 tony na oś)

Montaż komór drenażowych

Montaż komór drenażowych SC jest bardzo prosty i szybki. Montaż komór i pokryw 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.

Etapy montażu systemu komór

Prace należy rozpocząć od wykonania wykopu i przygotowania miejsca dla łożyska komorowego. Następnie wykładamy wykop geowłókniną, a następnie na dnie umieszczamy warstwę obsypki z przemytego tłucznia (średnica 2-5 cm), którą zagęszczamy do min. 95% gęstości standardowej Proctora. Przystępujemy 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, następnie układamy materiał filtracyjny w celu zabezpieczenia systemu przed zanieczyszczeniem, a nad nim wykonujemy zasypkę o grubości kilkunastu centymetrów. Po wykonaniu tych czynności możemy rozpocząć układanie chodnika (nawierzchni ulicy, itp.).



ETAPY MONTAŽU

6. Podsumowanie

Zastosowanie alternatywnych metod odprowadzania wód deszczowych może przynieść wymierne korzyści nie tylko inwestorowi, ale także, co ważniejsze, może mieć pozytywny wpływ na środowisko naturalne. Wód deszczowych można także powtórnie wykorzystać, np. do podlewania zieleni, spłukiwania toalet itp. Dokonując wyboru sposobu odprowadzenia wód deszczowych warto wziąć pod uwagę możliwość zestawienia różnych kombinacji studni, rowów, rur chłonnych, komór drenarskich itp. Aktualna oferta handlowa jest dość szeroka i z powodzeniem pokrywa potrzeby, aby efektywnie zagospodarować wody deszczowe w najróżniejszych warunkach.

Warto pamiętać, że istotą jest nie tylko sama inwestycja, ale jej późniejsza eksploatacja i zachowanie sprawności technicznej na lata,

Wydaje się konieczne, aby umiejętne i racjonalne gospodarowanie wodami deszczowymi stało się ważnym elementem współczesnego planowania urbanistycznego.

Literatura

1. Edel R.: Odwodnienie dróg. WKiŁ, Warszawa 2000, wyd. III 2006.
2. Suligowski Z.: Wprost do gruntu. Zagospodarowanie wód opadowych. Magazyn Instalatora 12/2002.
3. Komory drenarskie - Wytyczne do projektowania i instalowania systemów magazynowania i odprowadzania wód opadowych do gruntu za pomocą komór drenarskich. Ekobudex 2005
4. Geiger W.: Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Projprzem-Eko 1999.
5. Fidała-Szope M.: Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami cieków opadowych z kanalizacji deszczowej i półrozdzielczej. Instytut Ochrony środowiska 1997.
6. Sawicka-Siarkiewicz H.: Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. WNGB, Warszawa 2003.
7. Z. Suligowski, K.Gudelis-Taraszkiewicz: Zagrożenia związane z funkcjonowaniem odwodnień i kanalizacji wód opadowych. Seminarium 27-28 marca 2003.
8. P. Licznar: Podstawy obliczania i projektowania systemów odwodnienia" Wodociąg i Kanalizacja 6/2007
9. Z. Suligowski, K.Gudelis-Taraszkiewicz: Alternatywne zagospodarowanie wód opadowych. Yademecum dla przedsiębiorców, Olsztyn 2008.