

Katarzyna Gudelis-Taraszkiewicz¹

ZAGROŻENIA SPOWODOWANE ZŁYM ODWODNIENIEM – JAK ICH UNIKAĆ?

Streszczenie

W artykule omówiono zagrożenia spowodowane złym odwodnieniem dróg. Przedstawiono możliwości projektowe oraz szczegółowo zaprezentowano system do zagospodarowywania wody deszczowej na przykładzie komór drenażowych SC.

Słowa kluczowe: *odwodnienia, wody opadowe, komory drenażowe*

1. Wprowadzenie

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 okazują się zawodne. 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 budowania dróg dojazdowych, parkingów, stacji paliw, hoteli (Warszawa

¹ „EKOBUDEX” Sp. z o.o. Gdańsk, k.taraszkiewicz@ekobudex.com.pl

– 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 problem, 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 – traktowane jest jako proces proekologiczny, który korzystnie wpływa na gospodarkę wodną w zlewni.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami zaleca się projektowanie odwodnień stosując:

- **odwodnienie powierzchniowe**, którego zadaniem jest szybkie i skuteczne odprowadzenie wód opadowych z powierzchni pasa drogowego (muldy i rowy przydrożne, ścieki lub rynny uliczne, przepusty, zbiorniki retencyjne, zbiorniki odparowujące),
- **odwodnienie filtracyjne** (rowy chłonne, sączki, dreny, studnie chłonne, zbiorniki chłonne):
 - drenaż płytki – w celu odprowadzenia wody infiltracyjnej przedostającej się w głąb nawierzchni drogowej
 - drenaż głęboki – w celu obniżenia poziomu wód gruntowych, drenażu skarp, drenażu ochronnego

- **odwodnienie podziemne** przeznaczone jest do przejścia i odprowadzenia wód opadowych spływających z powierzchni ulic, placów i chodników poprzez studzienki wpustowe do kanalizacji deszczowej (rowy kryte, ścieki kryte, kanalizacja deszczowa).

Skutki złego doboru lub zła sprawność działania systemu odprowadzania wód opadowych niejednokrotnie doprowadza do katastrof. Często niewielki deszcz powoduje całkowity paraliż miasta. Drogi i ulice są zalane, a przez miasta płyną niszczące nawierzchnię rzeki. Brak sprawnego systemu odwodnienia pasa drogowego jest przyczyną tworzenia się uszkodzeń nawierzchni: spękań, wysadzin, przelomów, dziur, kolein i innych. Uszkodzenia te mają istotny wpływ na bezpieczeństwo i są często przyczyną wypadków drogowych. Zdarzają się katastrofy, kiedy część ulicy zapada się na przykład z samochodem. Rowy przydrożne to również przykład często źle funkcjonującego odwodnienia. Brak systematycznego utrzymania rowów (koszenie traw, usuwanie zanieczyszczeń naturalnych, np. liści drzew, usuwanie śmieci itp.) powoduje uszczelnienie rowów, co skutkuje brakiem odwodnienia w danym terenie. Problemem bywa również głębokość takiego rowu, w razie kolizji drogowej kierowca bardzo często nie ma szans przeżycia. Zbiorniki retencyjne powierzchniowe, szczególnie projektowane jako odparowujące, często są takimi tylko z nazwy z uwagi na nieprzewidywalność pogody w naszym klimacie. Wielokrotnie zbiorniki tak projektowane wylewają.

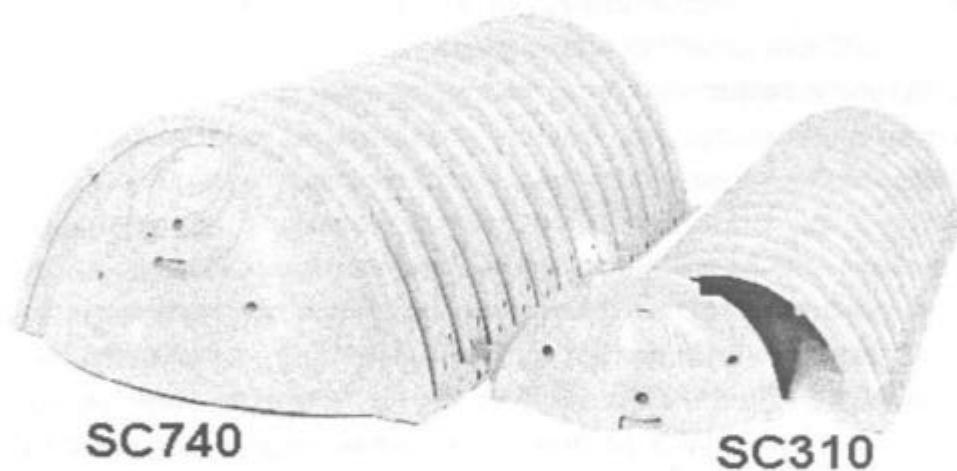
Wielu katastrof można by uniknąć stosując urządzenia do odwodnień nowej generacji, np. komory drenażowe. Ten typ urządzeń do zagospodarowywania wód opadowych można stosować zarówno do odwodnień wszystkich rodzajów dróg, jak też parkingów o małej i dużej powierzchni. Ze względu na wysoką wytrzymałość na zginanie, komory drenażowe można umieszczać bezpośrednio pod powierzchnią komunikacyjną – wytrzymują obciążenia 14,5 t/oś. Inną możliwością zastosowania komór drenażowych jest ich umieszczanie w odwodnieniach liniowych jako podziemne zbiorniki retencyjne szczelne lub retencyjno-infiltrujące. Można w ten sposób zastąpić istniejący rów przydrożny o dużej głębokości systemem muldy chłonnej o wysokim stopniu przepuszczalności z komorami drenażowymi jako urządzeniami chłonno- retencyjnymi.

Podobnym rozwiązaniem jest wykorzystanie pasa rozdzielającego między jezdniami lub pasa między jezdnią a chodnikiem i zamonto-

wanie tam komór drenażowych jako systemu odwadniającego. Zalecą tego systemu jest oszczędność terenu potrzebnego do zatrzymania opadu do czasu całkowitej infiltracji wody oraz zwiększenie bezpieczeństwa na drodze, gdzie głęboki rów przydrożny zastąpi się muldą o niewielkiej głębokości. Unikniemy ewentualnej budowy innych urządzeń odwadniających, np. kanalizacji deszczowej, zbiorników retencyjnych itp. – co przynosi wymierne oszczędności.

Zbiorniki retencyjne powierzchniowe i retencyjno-odparowujące można zastąpić zbiornikami szczelnymi z komór drenażowych, a teren nad nimi wykorzystać do różnych celów (np. MOP-ów). Po zastąpieniu istniejących rowów przydrożnych systemem muld z komór drenażowych, w większości przypadków możliwe jest poszerzenie jezdni przy przebudowie lub modernizacji drogi. Zazwyczaj w takich przypadkach konieczny jest wykup gruntów potrzebnych na inwestycję, a niekiedy także konieczność wycięcia przylegającego drzewostanu – system komór drenażowych pozwoli nam tego uniknąć.

2. Komory drenażowe



Rys. 1. 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 drenażach rozsączających,

eliminując jednocześnie wiele jego niedoskonałości.

Wśród zalet systemu warto wyróżnić:

- dużą pojemność pojedynczej komory,
- łatwy i szybki montaż,
- dużą drożność systemu,
- możliwość inspekcji (np. kamera) i czyszczenia pod ciśnieniem (WUKO),
- ograniczenie powierzchni pola drenażowego,
- wytrzymałość mechaniczną,
- 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. Występuje w dwóch typach SC310 i SC740. Pojemność komór wynosi od 0,9 m³

do 2,6 m³ Wysokość 41 cm pozwala na stosowanie, gdy wody gruntowe są wysoko.

Komory mają otwarte dno i otwory w ścianach bocznych, co umożliwia bardzo efektywną infiltrację wody do gruntu. Wykonane są z polipropylenu metodą wtryskową.

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.

3. 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.

I. Wymagana objętość komór [V] w m³

Wymagana objętość komór drenażowych jest równa objętości spływu wód deszczowych. Dla obliczenia orientacyjnych kosztów przyjęto:

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

gdzie:

V_s – objętość komór drenażowych [m³],

Q – objętość spływu wód deszczowych [m³],

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:

$$V_s = 0,131 \times F \times t [\text{m}^3].$$

II. Wymagana ilość komór [C] w szt.

$C = V_s /$ Pojemność wybranej komory (tab. 1)

Tablica 1. Zestawienie przeliczników stosowanych do obliczenia wymaganej ilości komór

	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
SC740	1,3	2,1	2,3	2,6
SC310	0,4	0,9	1,0	1,2

III. Wymagana powierzchnia łóżyska (wykopu) z komorami [S] w m^2

$$S = C \times 3,14 \text{ m}^2 + 0,3 \text{ m} \times \text{obwód łóżyska SC740}$$

lub

$$S = C \times 2,2 \text{ m}^2 + 0,3 \text{ m} \times \text{obwód łóżyska SC310}$$

IV. Wymagana ilość obsypki z tłucznia [V_{st}] w m^3

W celu przeliczenia całkowitej masy tłucznia (2-5 cm) stosujemy przelicznik z tablicy 2.

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

Tablica 2. Zestawienie przeliczników stosowanych do obliczenia ilości ob-sypki z tłucznia

	Objętość przypadająca na pojedynczą komorę przy fundamencie kamiennym o grubości:					
	(15 cm)		(30 cm)		(46 cm)	
	l	m ³	l	m ³	l	m ³
SC740	3,5	2,1	4,2	2,5	4,5	3,0
SC310	1,8	1,1	2,5	1,5	3,0	1,8

V. Wymagana objętość wykopu [E_x] w m³

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

Tablica 3. Zestawienie przeliczników stosowanych do obliczenia wymaganej objętości wykopu

	Objętość prac ziemnych przypadająca na pojedynczą komorę przy fundamencie kamiennym o grubości:		
	(15 cm)	(30 cm)	(46 cm)
	m ³	m ³	m ³
SC740	4,2	4,7	5,2
SC310	2,2	2,6	2,9

VI. Wymagana ilość materiału filtracyjnego [F] w m²

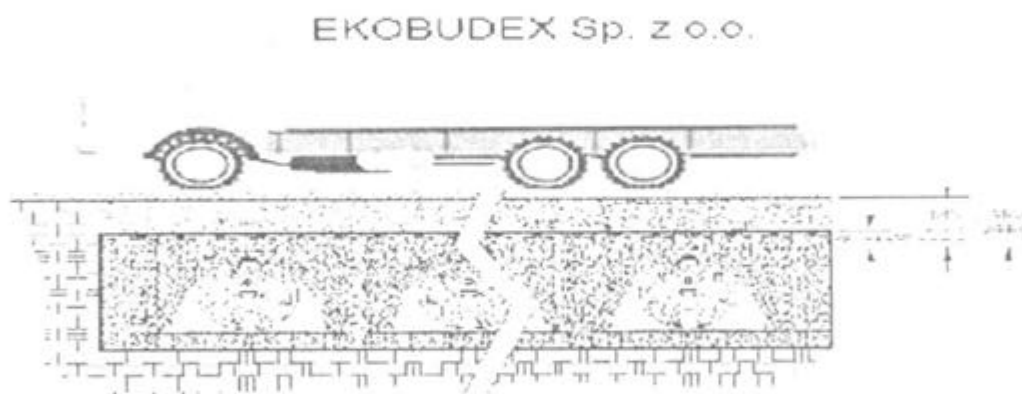
Dno i boki łóżyska oraz warstwa wierzchnia z tłucznia musi zostać pokryta geowłókniną. Pole powierzchni ścian bocznych musi być kalkulowane z dodaniem 60 cm zakładu w przypadku umieszczania 2 rolek tkaniny filtracyjnej bok do boku lub skraj do skraju.

VII. 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. kamera), konserwacji oraz czyszczenia (pod ciśnieniem). Dodatkowo, dla zabezpieczenia systemu przed zawiesinami, które mogą dostać się do systemu warto zastosować tzw. separator zanieczyszczeń *Isolator™*. 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. 2. Zastosowanie komór w trudnych warunkach (obciążenie do 14,5 tony na oś)

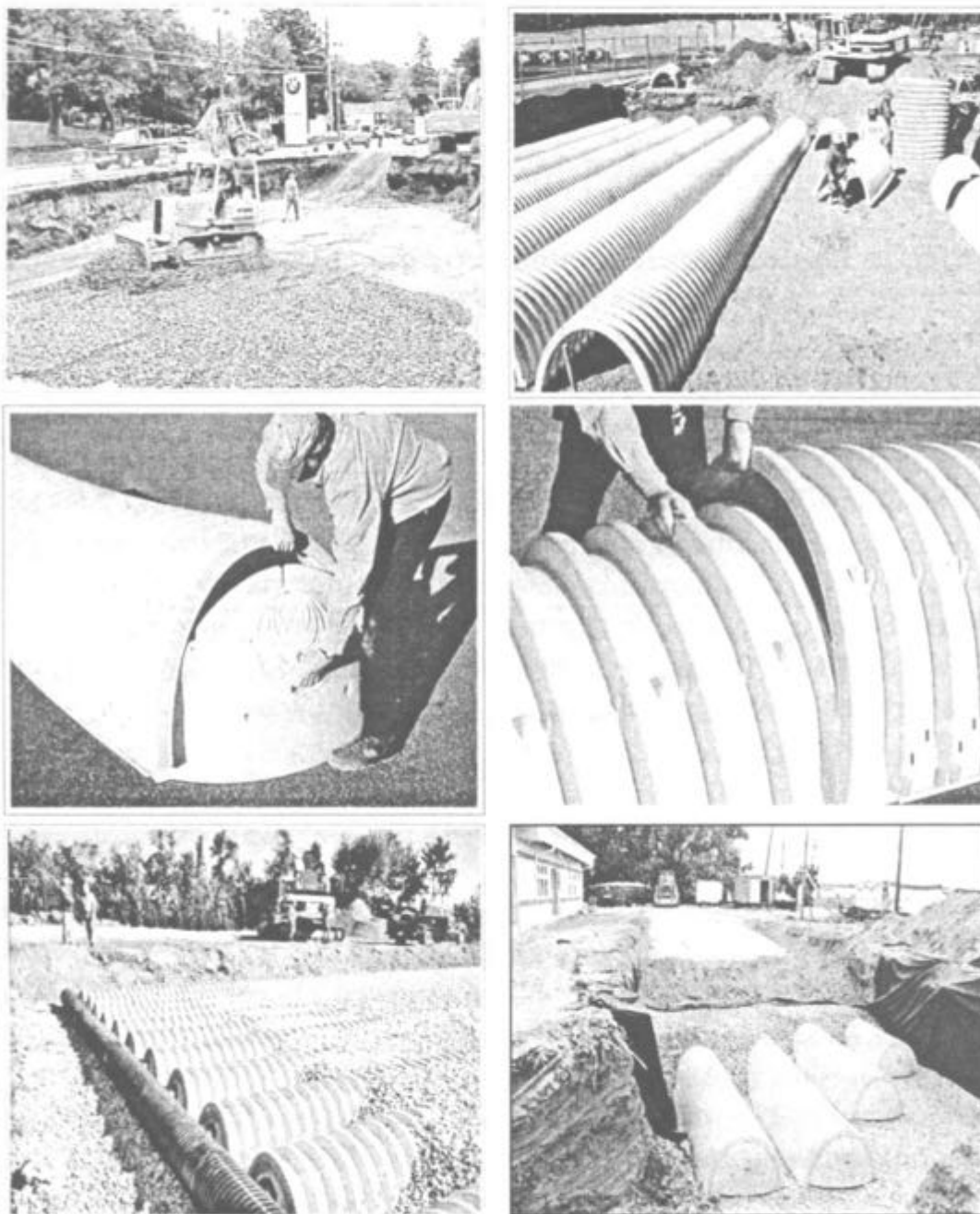
4. Montaż komór drenażowych

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.

5. Etapy montażu systemu komór

Prace należy rozpocząć od wykonania wykopu i przygotowania miejsca dla łożyska komorowego. Następnie wykładamy wykop geowłókniną, a 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.).



Rys. 3. Fotografie obrazujące kolejne etapy montażu systemu komór drenażowych

6. Podsumowanie

Dobrze zaprojektowane odwodnienie z zastosowaniem rozwiązań nowej generacji to wiele korzyści – poczynając od technicznych, finansowych, a na bezpieczeństwie każdego użytkownika drogi kończąc.

W trosce o bezpieczeństwo oraz przyszłe zasoby wód podziemnych wydaje się konieczne, aby umiejętne i racjonalne gospodarowanie wodami deszczowymi stało się ważnym elementem współczesnego planowania urbanistycznego.

Bibliografia

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

RISK OF BAD STAGE OF DRAINAGE – HOW TO AVOID IT?

Summary

The risks of bad stage of drainages have been described in the paper. The design possibilities and rain water development system have been presented on case of SC drainage chambers.

Key words: *drainage, rainfalls, drainage chambers.*

DIE VON SCHLECHTER ENTWÄSSERUNG VERURSACHTEN GEFÄHRDUNGEN – WIE VERMEIDEN SIE?

Zusammenfassung

Im Aufsatz werden die von schlechter Entwässerung verursachten Gefährdungen besprochen. Die Projektmöglichkeiten werden dargestellt und in einzelnen wird das System für die Erschließung des Regenwassers am Beispiel der SC-Dränagekammer präsentiert.

Schlüsselwörter: *die Entwässerung, das Regengewässer, die Dränagekammer.*