

Alternatywne rozwiązanie kanalizacji wód opadowych

Ziemowit Suligowski, Katarzyna Gudelis-Taraszkiewicz*

Wstęp

Zagospodarowanie wód opadowych jest zagadnieniem wieloaspektowym. Obok konieczności zapewnienia prawidłowego funkcjonowania układów osadniczych oraz sieci komunikacyjnych posiada istotny aspekt ekologiczny. Utrwalone w wieloletniej tradycji daleko idące interwencje techniczne w naturalne warunki hydrologiczne, są przy tym nie tylko problemem ekologicznym, ale również technicznym i ekonomicznym. W polskich realiach szczególnym zagadnieniem jest brak jednoznacznego określenia kompetencji w zakresie zagospodarowania wód opadowych [10], [11] oraz sposobu finansowania działalności w tym zakresie [13]. Jest to tym istotniejsze, że chodzi tu o poważne środki na poziomie co najmniej 30–40% kosztów zagospodarowania ścieków sanitarnych [1].

Niestety, ani zjawiska towarzyszące ostatniej powodzi (lato 2002), ani też likwidacji jej skutków nie pozwalają na nadmierny optymizm. Nadal dość powszechne jest lekceważenie problemu wód opadowych, a tam gdzie tego nie ma, pojawia się bariera ekonomiczna. Ponadto zbyt łatwo

zapomina się o tym, że istotą problemu jest nie tyle sama inwestycja, ale jej późniejsza eksploatacja i zachowanie sprawności technicznej. Zbyt łatwo jest o akceptację niskiej jakości prac, wręcz niechlujstwa, na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego.

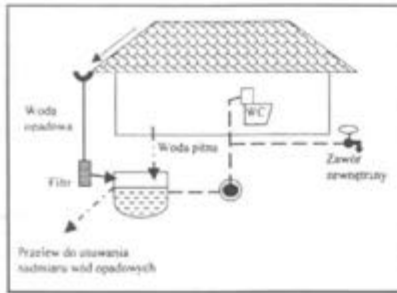
Warunki funkcjonowania kanalizacji wód opadowych

Przy kanalizacji wód opadowych dość często traktuje się ustalenia ilościowe w kategorii pewników. Zjawiska meteorologiczne mają charakter losowy, a doświadczenia niemieckie (mapa Reinholda) wskazują na nadal niewystarczające poznanie samego zjawiska [3], [4]. Niezależnie od braków w polskim systemie rejestracji opadów [2] łatwo zapomina się o tym, że nawet najdokładniejsze oceny mogą się odnosić do określonego czasu, w miarę jego upływu zmieniają się warunki charakterystyczne dla danej zlewni, szczególnie istotna jest ogólna tendencja wzrostu wartości współczynnika retencji terenowej (ψ) [3], [6]. Stąd postępujący wraz z upływem czasu wzrost intensywności splywu wód opadowych, a w efekcie – obciążeń hydraulicznych elementów kanalizacji wód opadowych. Ich odpowiednia rozbudowa (o ile w ogóle jest możliwa) jest bardzo trudna zarówno z przyczyn technicznych, jak też ekonomicznych.

Oczywiście możliwe jest odciążenie systemów poprzez wykonanie zbiorników retencyjnych (otwartych, względnie krytych – predestynowanych do stosowania na terenach zurbanizowanych), jednak znowu pojawia się bariera w postaci braku odpowiednich rezerw terenu oraz środków finansowych. Niezależnie od problemów wywłaśczeni stosunki własnościowe są niestety bardzo skomplikowane, przy czym w poszczególnych przypadkach pojawiają się konflikty (w tym pomiędzy sąsiadującymi gminami) na tle własności poszczególnych elementów infrastruktury i terenu. Ostatecznie coraz częściej rozwiązania poszukuje się powyżej obszarów zurbanizowanych, co może być dostatecznie efektywne tylko w niektórych warunkach. Ma to sens jako działanie proekologiczne, natomiast w aspekcie technicznym jest to działanie drugorzędne i traktowane raczej jako ostateczność. Ostatnio w niektórych miastach rozważa się wręcz jako alternatywę przerzuty między zlewniami poszczególnych kolektorów, co wymaga budowy specjalnych przepompowni i odpowiednich kanałów tranzytowych.

W powyższej sytuacji naturalną konsekwencją jest wzrost zainteresowania rozwiązaniami alternatywnymi w stosunku do tradycyjnych, przy czym z jednej strony oczekuje się realizacji celów ekologicznych, z drugiej – ograniczenia wydatków na poziomie gminy. Działania podejmowane przez poszczególnych inwestorów powinny co najmniej ograniczyć potrzeby w zakresie budowy nowych oraz modernizacji już istniejących elementów systemów zagospodarowania wód opadowych. Alternatywnemu zagospodarowaniu wód opadowych sprzyjają aktualne regulacje prawne, ponieważ wody spływające z powierzchni dachowych nie są zaliczane do kategorii ścieków [12].

* Ziemowit Suligowski – Politechnika Gdańska; Katarzyna Gudelis-Taraszkiewicz – EKOBUDEX Gdańsk.

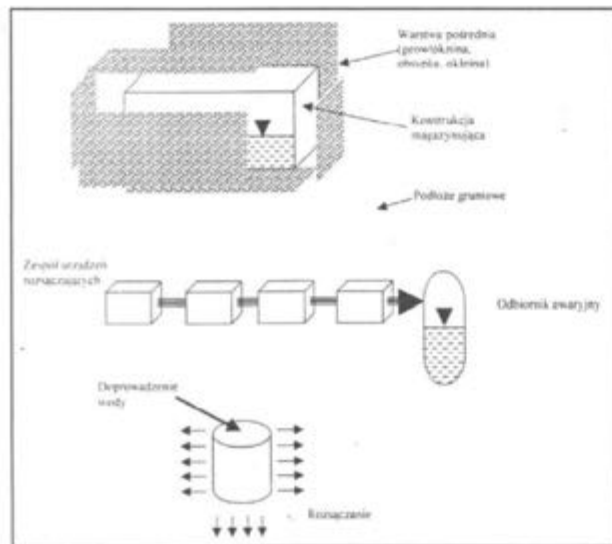


Rys. 1. Ogólny schemat instalacji doprowadzenia wody opadowej do alternatywnej instalacji wodociągowej

W tej sytuacji dopuszczalne są działania podejmowane w obrębie granic danej nieruchomości.

Alternatywna instalacja wodociągowa

Do stosunkowo najstarszych rozwiązań alternatywnego zagospodarowania wód opadowych należy koncepcja dualizacji instalacji wodociągowej, polegająca na wykorzystaniu wody gorszej jakości dla wybranych potrzeb. Przykładowo w okresie międzywojennym w niemieckich gospodarstwach wiejskich dla potrzeb pozakonsumpcyjnych wykorzystywano wody opadowe zbierane ze stosunkowo dużych powierzchni (np. dachów stodoł) [9]. Pierwotne rozwiązania nie sprawdziły się natomiast w warunkach miejskich (rozpoczynając od eksperymentu paryskiego [7]), przede wszystkim z przyczyn sanitarnych. Z tego powodu instalacje były po prostu likwidowane przez odpowiednie władze sanitarne. Pierwszym problemem technicznym okazała się natomiast konieczność zapewnienia dostatecznie dużej powierzchni odbioru wód opadowych, co z góry ogranicza moż-



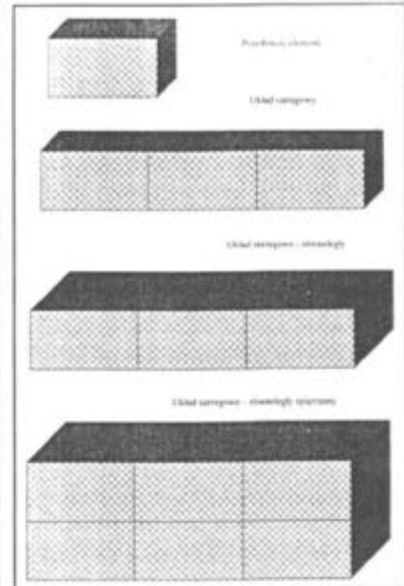
Rys. 2. Zasada działania urządzenia rozsączającego

liwość stosowania rozwiązania do budynków jednorodzinnych lub małorodzinnych.

Doświadczenia niemieckie (Aachen 1991/1992, Berlin Kreuzberg 1985/1994) pozwoliły na opracowanie standardów bezpiecznego wykorzystania wody opadowej w instalacji wodociągowej. Ponieważ woda opadowa nie jest wodą miękką, pozbawioną własności korozyjnych, wszystkie stykające się z nią elementy instalacji muszą być wykonane z bezpiecznych materiałów (stal stopowa, polietylen) [5], [9], alternatywą pozostaje nadmierna awaryjność układu i praktyczne oparcie się na zasileniu uzupełniającym wodą wodociągową. Woda opadowa wymaga również oczyszczenia – testowano tu różne rozwiązania – od układu sit (Aachen) po znacznie bardziej skomplikowane rozwiązania (Berlin). Ostatecznie przyjęła się koncepcja filtracji przez specjalny filtr, nadający się do użycia w warunkach gospodarstwa domowego (np. takie rozwiązanie znajduje się w niemieckiej ofercie firmy KESSEL [5]).

Bezpieczna instalacja wodociągowa wykorzystująca wody opadowe musi wykluczyć możliwość ich przypadkowego kontaktu z pitną – nie ma tu praktycznego znaczenia użycie różnych zaworów „anty-skażeniowych” [9]. Konieczne jest stosowanie specjalnych zabezpieczeń – podstawowym elementem instalacji jest odpowiednio duży (bezpieczniowy) zbiornik (rys. 1), gromadzący wody opadowe i uzupełniającą ją wodę wodociągową. Niezależnie od blokad elektronicznych konieczne jest zachowanie przerwy powietrznej [5], [9], gwarantującej brak możliwości cofki wody ze zbiornika do instalacji wody wodociągowej. Odrębna instalacja doprowadza wodę niższej jakości do splukiwania ustępów oraz do zastosowań poza domem (użyta

armatura musi wykluczyć dostęp dzieci). Dostępne są specjalne rozwiązania systemowe w tym zakresie (np. firmy KESSEL), jednak są one odpowiednio kosztowne [5] i slogany typu „woda darmo z nieba” po prostu mijają się z prawdą. Decyzja o dualizacji domowej instalacji wodociągowej musi być w tej sytuacji podejmowana w pełni świadomie, bez oczekiwań na oszczędności. Nie są to też działania znaczące w aspekcie ochrony środowiska,



Rys. 3. Tworzenie zespołu rozsączającego na przykładzie propozycji firmy FUNKE

czy też zagospodarowania spływu wód opadowych.

Infiltracja do gruntu

Alternatywnym zagospodarowaniem wód opadowych może być ich wprowadzenie do gruntu. Operacja musi być prowadzona w sposób bezpieczny – bez stwarzania zagrożeń dla zabudowy i zasobów wód podziemnych oraz nośności podłoża gruntowego. W tym przypadku zasadnicze znaczenie mają następujące elementy:

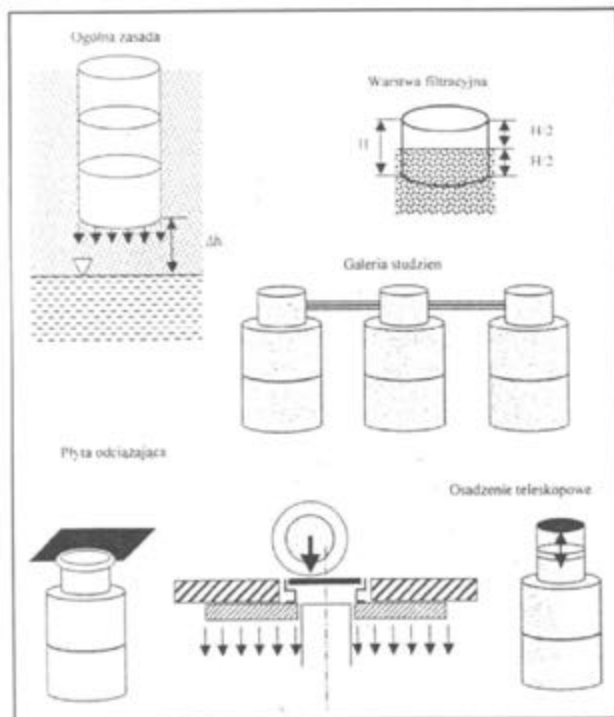
- występowanie w podłożu gruntów mogących przyjmować wody opadowe bez zmian właściwości nośnych,
- zapewnienie wystarczającej objętości (retencji) dla zapewnienia zatrzymania spływającej wody do momentu ukończenia jej przesiąkania do gruntu,
- zapewnienie odpowiedniej powierzchni kontaktu zmagazynowanej wody z otaczającym podłożem,
- zachowanie wystarczającej odległości pomiędzy urządzeniem do rozsączania a najwyższym poziomem zwierciadła wody gruntowej,
- zachowanie bezpiecznej odległości urządzeń rozsączających od zabudowy,
- zapobieganie przedostawaniu się materiału z podłoża gruntowego do wnętrza urządzeń rozsączających,
- ochronę urządzeń rozsączających przed dynamicznym obciążeniem zewnętrznym (przede wszystkim od transportu, obecnie przyjmuje się, że miarodajna wartość obciążenia dochodzi do kilkunastu ton na oś).

Otwarte urządzenia rozsączające (chlone stawy, rowy, muldy itp.) są rozwiązaniami stosunkowo prostymi i nie stanowią problemu w sensie technicznym. Na obszarze zabudowanym szczególnie ważne są urządzenia zamknięte, instalowane w gruncie i nie zajmujące zbyt dużych powierzchni. Ogólny schemat zasady działania podziemnego urządzenia rozsączającego pokazano na rys. 2. Tworzące je jednostki mogą w miarę potrzeb tworzyć zbiorcze, układ szeregowy jest tu najbardziej uniwersalny. Możliwe jest tworzenie rozwiązań opartych na układzie mieszanym: szeregowo-równoległym, czy też spiętrzanie elementów rozsączających (rys. 3) – decydują o tym cechy charakterystyczne konkretnych rozwiązań. W kategoriach „ilości” można mieć tu do czynienia ze spływami zarówno z dachu budynku jednorodzinnego, jak też wielorodzinnego, a nawet z tak dużych szczylnych powierzchni, jak dachy i parkingi centrów handlowych.

Podstawowe rozwiązania techniczne urządzeń rozsączających można zakwalifikować do trzech grup: studni chłonnych, skrzynek i komór. Ponadto mogą też być wykorzystywane układy drenarskie, w tym drenaży żwirowe (bezwodoprzewodowe, złożone z geowłókniny wypełnionej żwirem) pracujące w systemie rozsączającym. W odwodnieniach drogowych mogą być wykorzystywane również specjalne podbudowy.

Studnia chłonna

Zasada funkcjonowania studni chłonnej (rys. 4) polega na tym, że do zbudowanej

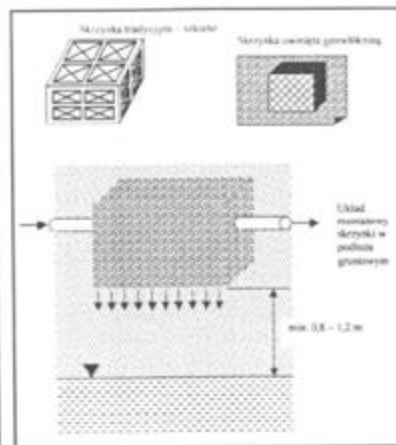


Rys. 4. Zasada funkcjonowania studni chłonnej

(na ogół z segmentów) studni doprowadzana jest woda opadowa. Wysokość studni zależy od najwyższego położenia zwierciadła wody gruntowej – zazwyczaj $h_{min} = 2 - 3$ m, przy czym infiltracja odbywa się przez dno. W części dennej znajduje się żwirowa zasypka o miąższości nie mniejszej niż 0,25–0,3 m, często dochodząca do połowy wysokości dolnego segmentu. Studnia chłonna zajmuje stosunkowo mało miejsca w rzucie, równocześnie posiadając względnie dużą pojemność retencyjną – ok. $0,8 \text{ m}^3/1 \text{ m.b.}$ przy $\varnothing 1,0 \text{ m}$. W tej sytuacji studnia nadaje się do stosowania w warunkach stosunkowo gęstej zabudowy, jednak wymaga ona występowania zwierciadła wody gruntowej na stosunkowo dużej głębokości (względnie dużo miejsca może zajmować samo zwierciadło studni – przykładowo dla studni AQUATRAN w granicach 0,4–0,9 m).

Studnie chłonne mogą być wykonywane z różnych materiałów – znajdują tu zastosowanie zarówno tradycyjne kręgi betonowe, jak też konstrukcje oparte na różnych rozwiązaniach kanalizacyjnych studzienek rewizyjnych. Przykładem ostatniego rozwiązania może być studnia AQUATRAN (firma KESSEL), wykorzystująca standardowe segmenty $\varnothing 1,0 \text{ m}$ o wysokości 0,5 m (jednostkowa pojemność ok. $0,4 \text{ m}^3$, w podstawowej wersji dwusegmentowej pojemność użytkowa ok. $0,6 \text{ m}^3$).

W warunkach montażu na terenie zabudowanym pojawia się problem odporności na mniej lub bardziej przypadkowe obciążenia od transportu. Przez analogię do kanalizacyjnych studzienek rewizyjnych trzeba tu rozróżnić sytuacje – obciążenia incydentalne, do których przenoszenia zdolne są poszczególne konstrukcje w wersji podstawowej oraz systematycznie powtarzające się obciążenia, wymagające stosowania specjalnych płyt odciążających (rys. 4). W przypadku studni betonowych powinna stanowić tu wystarczające zabezpieczenie standardowa konstrukcja zwierciadła. Dla studzienki małej średnicy alternatywą może być teleskopowe osadzenie, tego rodzaju zabezpieczenie ma również studnia AQUATRAN, jednak przy $\varnothing 1,0 \text{ m}$ może ono nie wystarczyć. Wydaje się, że dla lokalizacji na parkingi względnie w pasie jezdnym wskazana jest dodatkowa płyta odciążająca.



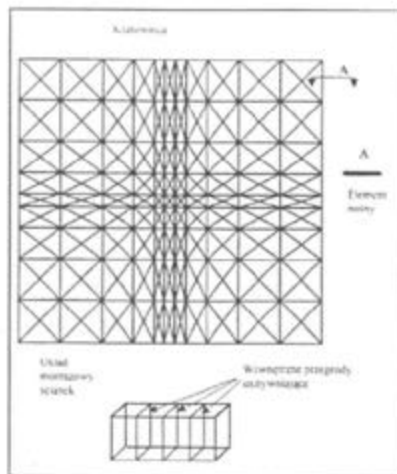
Rys. 5. Ogólny schemat skrzynki rozsączającej (na przykładzie konstrukcji firmy WAVIN)

TRAIN, jednak przy $\varnothing 1,0 \text{ m}$ może ono nie wystarczyć. Wydaje się, że dla lokalizacji na parkingi względnie w pasie jezdnym wskazana jest dodatkowa płyta odciążająca.

Skrzynka rozsączająca

Konstrukcja skrzynki opiera się na azurowej ramie, na którą nakładana jest warstwa izolacyjna, uniemożliwiająca przedostawanie się do ich wnętrza materiału z podłoża – warstwa geowłókniny (rys. 5). Skrzynki są obiektami o niewielkiej kubaturze – w granicach od $0,28 \text{ m}^3$ (D-RAINTANK, FUNKE) do $0,28 \text{ m}^3$ (AZURA, WAVIN), przy czym stosowane są dość różne układy przestrzenne (rys. 3). Odpowiednie rozwiązania ścian pozwalają uzyskać stosunkowo dużą powierzchnię kontaktu zgromadzonej wody z podłożem – dla systemu otworów – rys. 5 (AZURA) na poziomie 43% powierzchni brutto, dla charakterystycznego układu (rys. 6) gęstej kratownicy z cienkościennych płaskowników (D-RAINTANK) nawet aż 75%. To ostatnie rozwiązanie pozwala dobrze wykorzystać zdolność retencyjną – przy zachowaniu korzystnych parametrów wytrzymałościowych wartość wskaźnika efektywnej kubatury przekracza 94% ($0,265 \text{ m}^3$ wobec wskaźnika brutto $0,280 \text{ m}^3$).

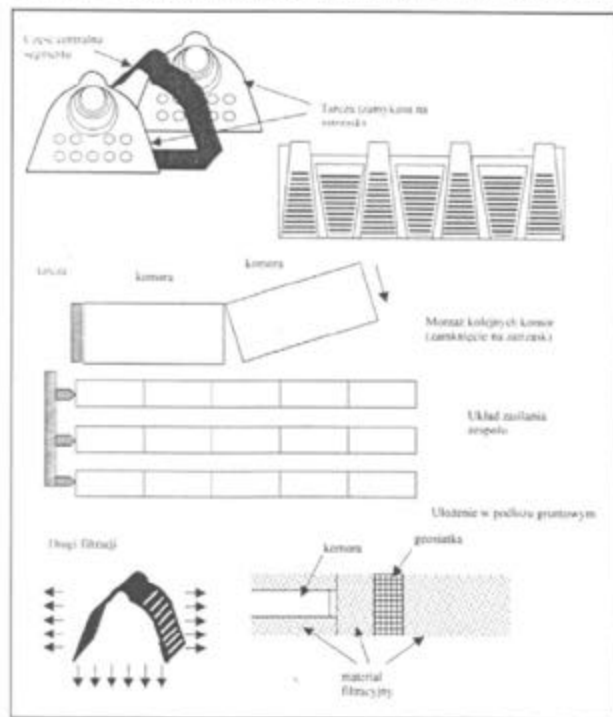
Skrzynki przy minimalnych masach (z reguły polipropylen) oraz wymiarach (AZURA $0,40 \times 0,50 \times 1,00 \text{ m}$, D-RAINTANK $0,40 \times x \times 0,81 \times 0,86 \text{ m}$) ma stosunkowo dużą wytrzymałość na obciążenia dynamiczne, co pozwala ograniczyć głębokość posadowienia. Przykładowo, dla D-RAINTANK (FUNKE) dla obciążenia od samochodu osobowego (2,5 t) powinno wystarczyć przykrycie o miąższości 0,40 m. W przypadku większych obciążeń (osiowe na poziomie 13 t) przyjmuje się warstwę 1,0 m (w tym podbudowa, konstrukcja drogowa oraz nawierzchnia), a więc bezpieczne posadowienie skrzynki mieści się w akceptowalnych granicach.



Rys. 6. Ażurowa konstrukcja elementu nośnego skrzynki, oparta na kratownicy z cienkościennymi płaskownikami (na przykładzie rozwiązania firmy FUNKE)

Komora filtracyjna

Komora filtracyjna (rys. 7) jest urządzeniem przeznaczonym do obsługi stosunkowo dużych powierzchni. Przykładowo komora H-20 wchodząca w skład systemu INFILTRATOR, o wymiarach w rzucie poziomym $0,86 \times 1,9$ m i wysokości 0,41 m ma pojemność retencyjną ok. $0,5 \text{ m}^3$, tj. bardzo bliską pojemności standardowego zestawu studni AQUATRAIN, przy odpowiednio mniejszych głębokościach posadowienia. Równocześnie powierzchnia kontaktu z podłożem



Rys. 7. Przykład komory filtracyjnej (wg systemu INFILTRATOR)

gruntowym jest relatywnie duża – infiltracja odbywa się przez dno oraz otwory w ścianach bocznych.

Przekrój poprzeczny (odwrócona litera U) z systemem ożebrowania charakteryzuje się dużą odpornością na zgniatanie. Pozwala to przy zalecanym przykryciu w granicach 0,46–2,43 m przenosić nacisk do 14,5 t/oś samochodu, dzięki czemu komora może być stosowana pod powierzchniami obciążonymi intensywnym ruchem samochodowym (np. pod parkingami). Praktycznie komory mogą więc być instalowane na głębokościach bliskich instalowania skrzynek. Przy niewielkiej masie (do 14 kg) komory można łatwo łączyć ze sobą poszczególne jednostki (zamki zaszaskowe – rys. 7), przy czym tarcze montowane są na początku i końcu każdego ciągu. Pozwala to zwielfokrotnić pojemność układu, dzięki czemu rozwiązania oparte na komorach mogą retencjonować duże masy spływających wód.

Powyższe cechy przemawiają za stosowaniem komór filtracyjnych m.in. w odwodnieniach drogowych. Oczywiście spływające wody opadowe muszą być wcześniej doprowadzane do stanu zgodnego z wymaganiami [8]. Podłoże pod komorę musi być odpowiednio przygotowane – po jego odpowiednim zagęszczeniu układu się na nim podsypkę (tłuczeń). Po odpowiednim zestawieniu komór przestrzeń międzykomorowa jest wypełniana tłucznem, który od góry i z boków jest przykryty geosiatką. Na siatce od góry układa się materiał filtracyjny (rys. 7) i ostatecznie powstaje zbiornik o dużej pojemności i odpowiednio dużej powierzchni filtracyjnej.

Podsumowanie

Infiltracja stanowi rozwiązanie alternatywne dla tradycyjnej kanalizacji wód opadowych, a przedstawione urządzenia są przykładami rozwiązań technicznych w tym zakresie. Oczywiście można dyskutować, czy rozwiązanie systemowe są one tańsze niż tradycyjna kanalizacja, jednak *po pierwsze* można je realizować w miarę potrzeb, *po drugie* są od siebie praktycznie niezależne – budowa kolejnych nie narzuca konieczności przebudowy wcześniej-

szych. Przy tym wszystkim urządzenia jako jednostkowy obiekt są relatywnie tanie i o ile pozwalają na to miejscowe stosunki gruntowo-wodne mieszczą się one w możliwościach poszczególnych inwestorów.

Nawet pomijając aspekt ekologiczny zagadnienia trzeba podkreślić to, że zastosowanie infiltracji pozwala co najmniej w sposób istotny ograniczyć nakłady ze strony lokalnych samorządów. W sytuacji, gdy brak jest dopracowania się zasad finansowania melioracji miejskich, jest to równoznaczne z ograniczeniem wydatków ponoszonych bezpośrednio z budżetu. Inną sprawą jest to, czy wydatki takie byłyby w rzeczywistości poniesione. Nie można tu żywić szczególnych złudzeń – kanalizacja wód opadowych dość powszechnie postrzegana jest w kategorii zła koniecznego. Gminy starają się unikać inwestowania, nawet likwidacja skutków ostatniej powodzi (lato 2002) wskazuje na dość powszechny brak zrozumienia znaczenia posiadania sprawnego systemu melioracji miejskich oraz niestety nadal niski stopień fachowości poszczególnych pracowników samorządowych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Abwassergebühren und Beiträge, Ergebnisse der ATV-Unfrage 1996. ATV, Hennef 1997.
 - [2] Dąbrowski W.: Metodyka wymiarowania odwodnień dróg w USA i Wielkiej Brytanii. W: Odwodnienia drogowe z uwzględnieniem autostrad i dróg szybkiego ruchu. Alias, Poznań 2000.
 - [3] Dohmann M.: Materialien zur Vorlesung Abwasserbeseitigung. Red. R. Haussmann i K.H. Pecher. Rheinisch-Westfälische Hochschule Aachen 1993.
 - [4] Edel R.: Odwodnienia drogowe. WKiŁ Warszawa 2000, wyd. II 2002.
 - [5] Entwässerungstechnik. Abscheidetechnik. Katalogi firmy KESSEL. Lenting.
 - [6] Imhoff K., Imhoff K.-R.: Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik. Arkady, Warszawa 1982.
 - [7] Koch P.: L'Alimentation en eau des agglomérations. Dunod, Paris 1969.
 - [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dziennik Ustaw 212/2002.
 - [9] Suligowski Z.: Możliwości zagospodarowania i wykorzystania wód opadowych w systemach zaopatrzenia w wodę. W: Aktualne problemy budowy i modernizacji systemów wodociągowych i kanalizacyjnych. Alias, Poznań 2000.
 - [10] Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie lokalnym. Dziennik Ustaw 16/1990.
 - [11] Ustawa z dnia 20 grudnia 1996 o gospodarce komunalnej. Dziennik Ustaw, 9/1997.
 - [12] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. „Prawo ochrony środowiska”. Dziennik Ustaw 62/2001.
 - [13] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków. Dziennik Ustaw 72/2001.
- oraz materiały – katalogi następujących firm:
- EKOBUXEX, dotyczące komór rozsączających systemu INFILTRATOR
 - FUNKE Polska w zakresie skrzynek rozsączających D-RAINTANK
 - INORA, dotyczące geotekstyliów, siatek oraz drenów francuskich
 - KESSEL w zakresie studni chłoniczych systemu AQUATRAIN
 - WAVIN, dotyczące skrzynek rozsączających systemu AZURA