

# ZAGOSPODAROWANIE WÓD OPADOWYCH

## Wprowadzenie

Zagospodarowanie wód opadowych towarzyszy osadnictwu od momentu powstania jego pierwszych zorganizowanych form. Również w średniowieczu, gdy do higieny podchodzono dość specyficznym, bardzo poważnie traktowano wody opadowe i w szeregu miastach nadal eksploatuje się mniejsze lub większe fragmenty kilkusetletnich rozwiązań. Jednak każde kanalizowanie wód opadowych wiąże się z zakłóceniem naturalnego obiegu wody w przyrodzie, przede wszystkim z istotnym przyspieszeniem odpływu.

W pierwszym okresie, gdy zorganizowane osadnictwo zajmowało stosunkowo niewielkie powierzchnie, a ludność miast nie była zbyt liczna, kanalizowanie wód opadowych nie wywoływało większych kontrowersji. Podobna sytuacja istniała w połowie XIX w, gdy zaczęły rozwijać się nowoczesne systemy kanalizacji. Sprawy skomplikowały się, gdy zaczęto zmieniać zasady zagospodarowania przestrzeni. Rozgęszczanie osadnictwa, jego wchodzenie na nowe tereny oraz zwiększanie obszarów skanalizowanych musiało doprowadzić do sytuacji konfliktowej, gdy systemy zaczęły odprowadzać coraz większe masy wód. Istniejące urządzenia bardzo posiadają ograniczoną zdolność przesyłową, która bywa dodatkowo ograniczana przez nieprzemyślane realizacje.

Tradycyjne kanalizowanie wód opadowych to problem:

- techniczny, bo potrzeby stale rośnie uszczelnianie zlewni, przyłączanie nowych obszarów, niekorzystne zmiany klimatu (w Niemczech panuje pogląd, że może dojść do kilkudziesięcioprocentowego wzrostu

miarodajnego opadu nawalnego) i fizycznie trudno jest stale przebudowywać tworzone przez wiele lat systemy, oddzielny problem to ogólnie niska jakość oszacowań elementu ilościowego.

- ekologiczny, bo efektem wszystkich działań będą ostatecznie dalsze zakłócenia naturalnego obiegu wody w przyrodzie w tym zmniejszanie zasilania zasobów wód wglębnych (konsekwencja ograniczenia infiltracji) oraz propagacja zjawisk powodziowych (przyspieszenie spływu do odbiorników);
- ekonomiczny, ponieważ z jednej strony potrzeby silnie rosną w miarę upływu czasu, z drugiej brak określenia sposobu finansowania oraz ustalenia zakresu odpowiedzialności.

W efekcie zmian standard usług jest coraz gorszy. Szczególnie niepokoi tradycyjne lekceważenie problemu zagospodarowania wód opadowych, widoczne zwłaszcza w poszczególnych projektach odwodnień autostrad i dróg szybkiego ruchu. Przejawem lekceważenia jest skłonność do stosowania, również w bardzo trudnych warunkach, materiałów o wyraźnie obniżonej jakości, podobnie w licznych przypadkach obsada kadrowa oraz wyposażenie reprezentują wyraźnie niższy poziom niż analogiczne dla ścieków sanitarnych.

Z powyższych ustaleń wynika potrzeba stosowania rozwiązań alternatywnych, opartych na sprawdzonych rozwiązaniach z użyciem materiałów o odpowiedniej jakości.

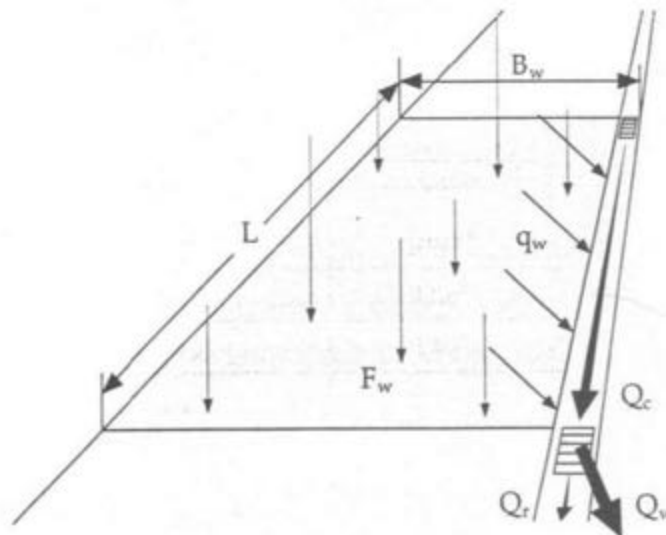
### **Warunki alternatywnego rozwiązania zagospodarowania wód opadowych**

Komfort użytkownika systemu alternatywnego, jeśli rozwiązanie ma być akceptowane, w ostatecznym efekcie nie może odbiegać od warunków stwarzanych przez pełnosprawny tradycyjny system kanalizacji wód opadowych. W szczególności musi on być tak zorganizowany, aby zapewnić niezbędny poziom gotowości do spełnienia swojej funkcji. Konieczne jest:

- zapewnienie sprawnego odbioru spływającej wody z obsługiwanej powierzchni (oraz ciężących obszarów) przy uwzględnieniu efektu gwałtownego rozlania; gwałtowność efektów związanych z opadami praktycznie wyklucza celowość stosowania skomplikowanych układów oraz ogranicza wiarygodność analiz klasycznych hydraulicznych.

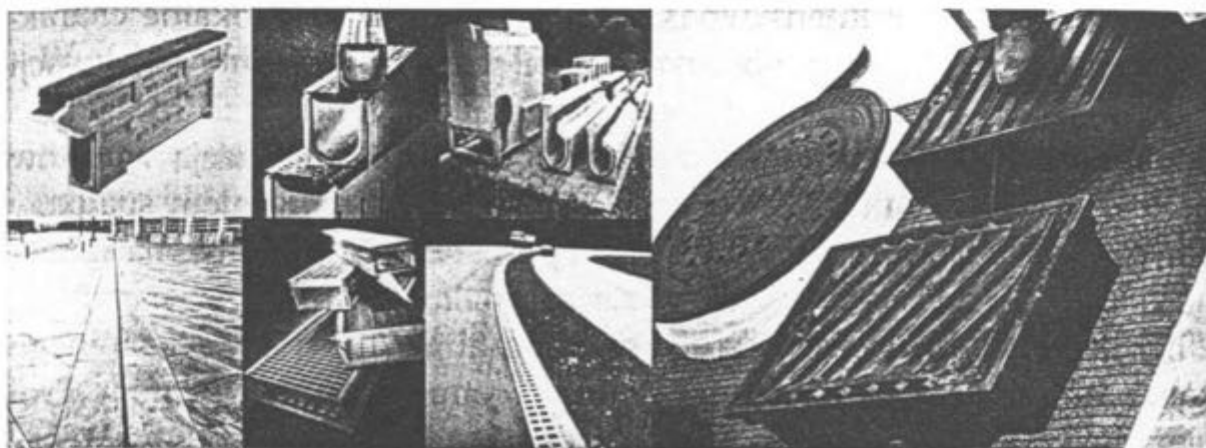
- szybkie skierowanie wody do strefy jej przetrzymania w celu dalszego wykorzystania.
- w przypadku infiltracji możliwie dużą powierzchnię kontaktu i kierować się zasadą unikania zbyt dużego spiętrzenia wody ponad powierzchnią infiltracji.

Z powyższego wynika konieczność równoczesnego spełnienia dwóch warunków: zachowania zdolności do przejścia gwałtownego napływu wody na ogół pochodzącej z krótkotrwałego opadu nawałnego oraz zapewnienia dostatecznej pojemności retencyyjnej dla zatrzymania dużej łącznej masy pochodzącej na ogół z opadu o długim czasie trwania i relatywnie niewielkiej intensywności. Należy uwzględnić lokalne charakterystyki opadów; a przy obecnym stanie polskiego systemu obserwacji informacje te nie są dostatecznie wiarygodne. Zdolność do sprawnego przejścia spływu jest uwarunkowana odpowiednią lokalizacją wpustów (tradycyjnych lub liniowych) oraz właściwym ukształtowaniem spadków nawierzchni terenu. Szczególnie ważna pozostaje niska efektywna sprawność tradycyjnego wpustu, zazwyczaj na poziomie nie wyższym niż ok. 20%, w efekcie potrzebne są rozwiązania alternatywne. Szczęólnego znaczenia nabiera odpowiednie liniowe rozmieszczenie wpustów. Problemu teoretycznej przepustowości wpustów nie można identyfikować z rzeczywistą ich sprawnością; szczególnie ostrożnie należy postępować przyjmując koryta o szerokości 150-200 mm. Szczęólniej uwagi wymagają powierzchnie o dużych spadkach podłużnych i relatywnie płaskie.



Rys. 1. Zlewnia wpustu punkowego; dla sprawności przejścia wody konieczne jest odpowiednie ukształtowanie nawierzchni (spadek wypadkowy)

Dla sprawnego funkcjonowania systemu alternatywnego zagospodarowania wód opadowych niezbędne jest ich oczyszczenie (ochrona przed zatykaniem się – kolmatacją geotekstyliów i podłoża gruntowego) dostosowane do realnych potrzeb. W każdej sytuacji niezbędne jest użycie wpustów z (systematycznie czyszczonymi) osadnikami i z wiadrkami na grubsze zanieczyszczenia. Ponadto w większym systemie zawsze potrzebny jest piaskownik, a tam, gdzie występują realne zagrożenia niezbędnym elementem są odpowiednie separatory tłuszczu (separatory lamelowe lub koalescencyjne), przy czym należy tu trzeźwo oceniać istniejące zagrożenia.



Rys. 2. Współczesne wpusty: od lewej – odwodnienia liniowe (dokumentacja ACO PASSAVANT), od prawej – współczesne zwieńczenia wpustu punktowego (wydłużony kontakt wody)

Tabela 1. Ekstremalne opady na terenie Łodzi z lat 1997–2007 (Zawilski i Turkowski Wodociągi-Kanalizacja nr 4, 2008)

Data	Wysokość opadu	Czas trwania opadu	Natężenie średnie opadu	Natężenie maksymalne opadu
	[mm]	[min]	[dm <sup>3</sup> /s · ha]	[dm <sup>3</sup> /s · ha]
07.07.1997	19,9	260,0	12,8	66,7
01.07.2001	52,1	734,0	11,8	209,9
14.05.2002	33,2	250,0	22,1	140,0
01.07.2003	24,0	335,0	11,9	65,8
27.05.2007	23,2	69,4	55,7	216,0
13.06.2007	46,7	109,5	71,1	204,7
14.06.2007	24,4	20,7	197,0	201,3

Naczelnym problemem projektowania każdego (w tym alternatywnego) rozwiązania zagospodarowania wód opadowych jest wykonanie w miarę wiarygodnych ocen ilościowych. Elementy służące do bezpośredniego odbioru spływu powinny być wymiarowane na opad nawalny, służące do retencji – na opad dający łączny duży dopływ sumaryczny. Podstawowym problemem pozostaje jednak niska wiarygodność polskich danych meteorologicznych i w efekcie każda ocena może mieć co najwyżej charakter daleko idącego przybliżenia. Ostatecznie można więc korzystać z zaleceń producentów (dostawców) poszczególnych systemów.

### **Możliwości techniczne rozwiązania alternatywnego**

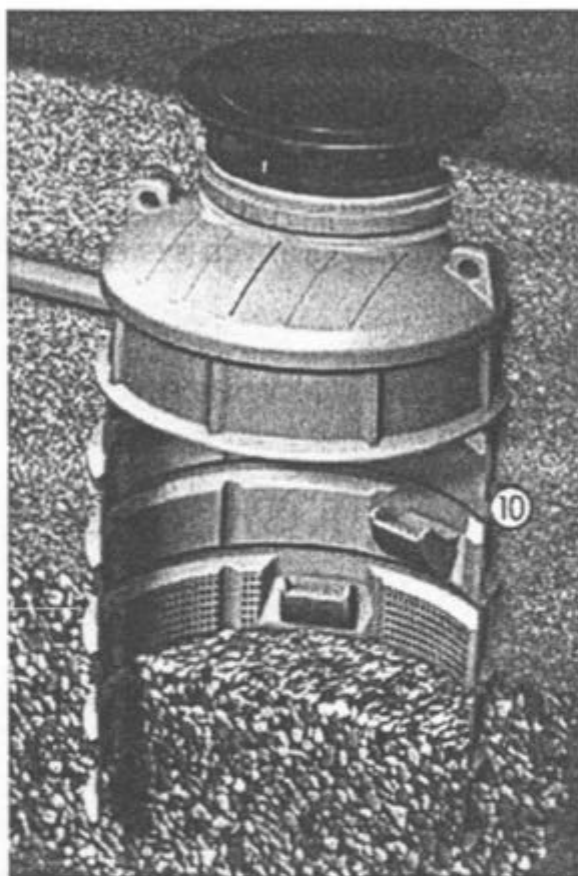
Stosowane urządzenia powinny nadawać się do montażu na względnie niewielkich głębokościach, dysponować dużą pojemnością oraz (w przypadku infiltracji) posiadać dobrze rozwiniętą powierzchnię kontaktu z podłożem. W rachubę wchodzi tu następujące kryte urządzenia do których zaliczyć należy: studnie chłonne, drenaże rozsączające, rurociagi występujące w funkcji zbiorników retencyjnych, skrzynki mogące być podstawą infiltracji lub elementem zbiornika retencyjnego, komory mogące być podstawą infiltracji lub elementem zbiornika retencyjnego.

Na obszarach zabudowanych urządzenia takie, jak otwarte zbiorniki infiltracyjne (ewentualnie z kamiennymi rigolami) mają bardzo ograniczone zastosowanie. Podobna sytuacja ma miejsce w sąsiedztwie ważnych dróg, w szczególności ekspresowych i autostrad, gdzie problemem mogą być szadź i mgły.

Wprawdzie studnia chłonna jest znana od dawna i dość popularna, to jednak jako urządzenie techniczne posiada wiele zasadniczych wad. Przede wszystkim są one relatywnie głębokie, ponieważ konieczne jest zapewnienie odpowiedniego zwieńczenia oraz umieszczenia warstwy filtracyjnej w dnie (rys. 3). Z każdego otworu na pojemność martwą traci się ok. 1,0 m długości, co zarówno ogranicza pojemność czynną, jak też powoduje spiętrzenie wody ponad powierzchnią infiltracji i dlatego urządzenia te posiadają niewielkie pojemności retencyjne oraz nieduże powierzchnie kontaktu z podłożem. Ponadto można zaobserwować niebezpieczną tendencję do tworzenia skomplikowanych układów studni i łączących je rurociągów, nie odpowiadających realnym warunkom napływu wód opadowych.

Z kolei użycie drenażu rozsączającego ogranicza się do specjalnych rozwiązań z rur preferowanych o relatywnie dużych średnicach (praktycznie

minimum  $\varnothing 0,35$  m), na ogół współpracujących z innymi urządzeniami do rozsączania lub kanalizacją jako element odciążający.



Rys. 3. Współczesna studnia chłonna (dokumentacja firmy KESSEL)

Element rurociągu pojawia się również w przypadku ograniczenia funkcji do retencji. Podstawą dla konstrukcji rurowego (liniowego) zbiornika retencyjnego są przewody o stosunkowo dużych przekrojach (minimum  $\varnothing 1,00$  m) z tym, że np. w Tokio są to przewody o kilkumetrowych średnicach. Bardzo interesująca jest tu oferta żebrowanych wielkośrednicowych stalowych rur podatnych (w Polsce VIACON, rys. 4 o powierzchniach przekroju poprzecznego sięgających  $9 \text{ m}^2$  i więcej).

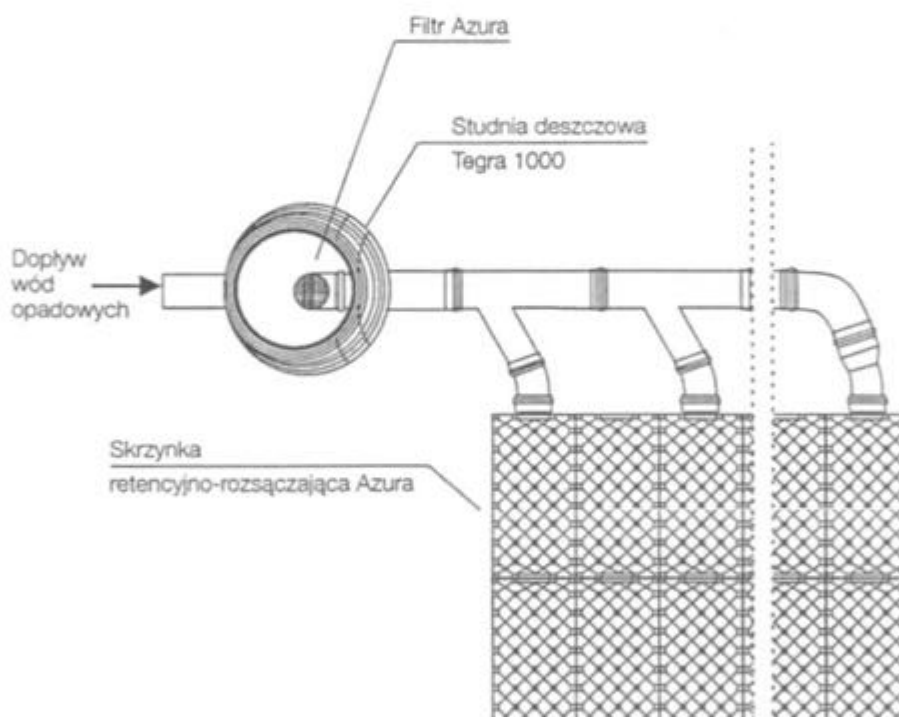
Najbardziej uniwersalnym rozwiązaniem są skrzynki i komory, mogące być wykorzystane zarówno do infiltracji, jak też budowy podziemnego zbiornika retencyjnego wód opadowych.

Skrzynki (rys. 5, rys. 6) są niewielkimi prostopadłościennymi konstrukcjami o ażurowych ściankach wytwarzanymi z PE lub PP, o zróżnicowanych warunkach wykonania zespołu. Podstawowa infiltracja odbywa się przez dno, ściany boczne i strop – ściany czołowe, zależnie od konkretnego rozwiązania, mogą również do pewnego stopnia uczestniczyć w infiltracji.



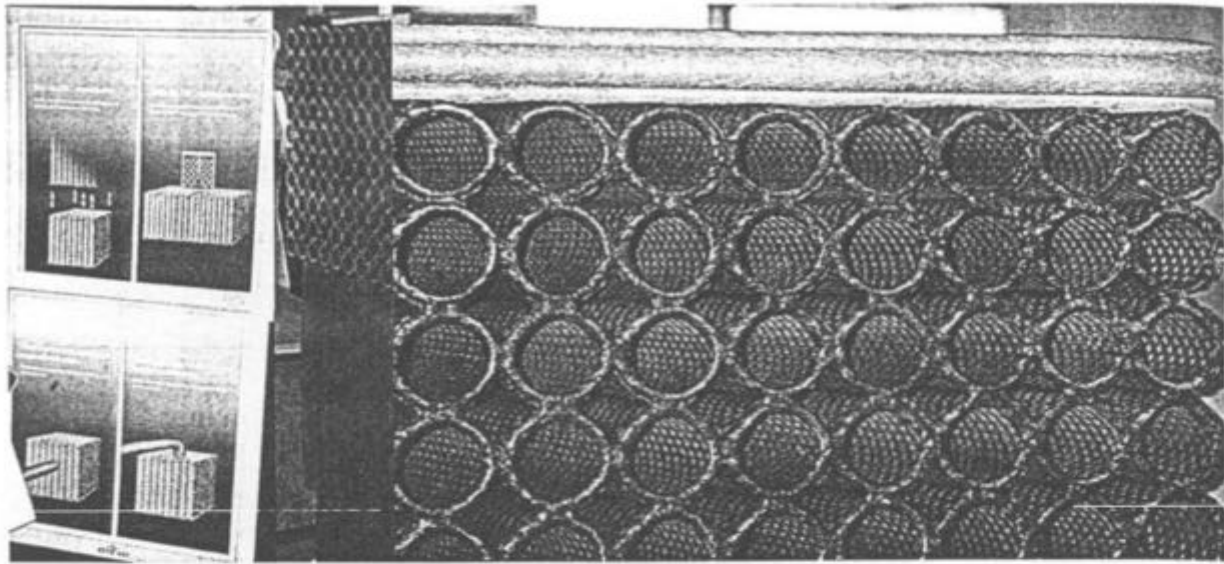
Rys. 4. Rura wielkośrednicowa stalowa podatna nadająca się m.in. do budowy zbiornika retencyjnego np. dokumentacji firmy VIA CON

W otulinie z geowłókniny jest to typowy układ rozsączający, po wprowadzeniu geomembrany – zbiornik retencyjny stworzony na bazie drobnych elementów, nadający się do realizacji przez indywidualnego inwestora.



Rys. 5. Przykład podłączenia skrzynek azurowych firmy WAVIN (AZURA)

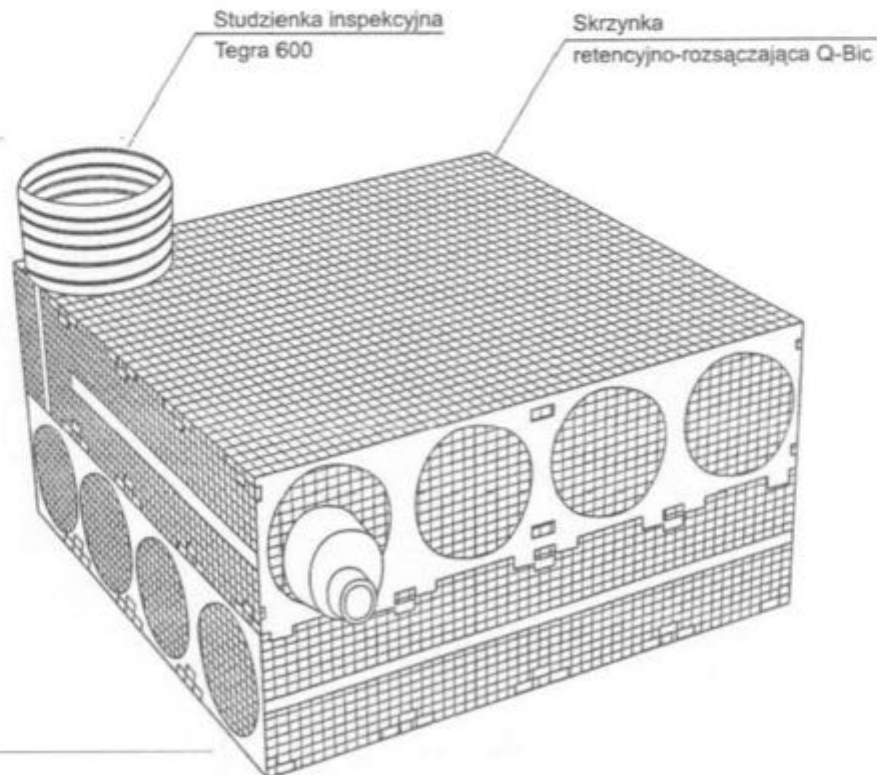
Pewien problem stanowią natomiast: relatywnie niska odporność na obciążenia zewnętrzne (wprawdzie w dokumentacjach poszczególnych producentów znajdują się dość liberalne zapisy, jednak w Polsce podbudowy nawierzchni nie są tak skuteczne, jak np. w Niemczech) oraz brak możliwości inspekcji i czyszczenia bez rozbiórki całej konstrukcji. Stąd skrzynka w klasycznym rozwiązaniu predestynowana jest do użycia przede wszystkim w strefach występowania niskich obciążeń



Rys. 6. Skrzynka wytwarzana na bazie elementów z geokraty

dynamicznych (trudno jest jednak zaliczyć do nich np. parkingi przy centrach handlowych) oraz tam, gdzie potencjalne straty nie są zbyt wysokie.

Podstawowe wady klasycznej skrzynki (rys. 7) eliminuje rozwiązanie zmodyfikowane łączącej klasyczną funkcję rozsączania z funkcją kolektora. Przy ogólnym powiększeniu gabarytów jednostki umożliwiono

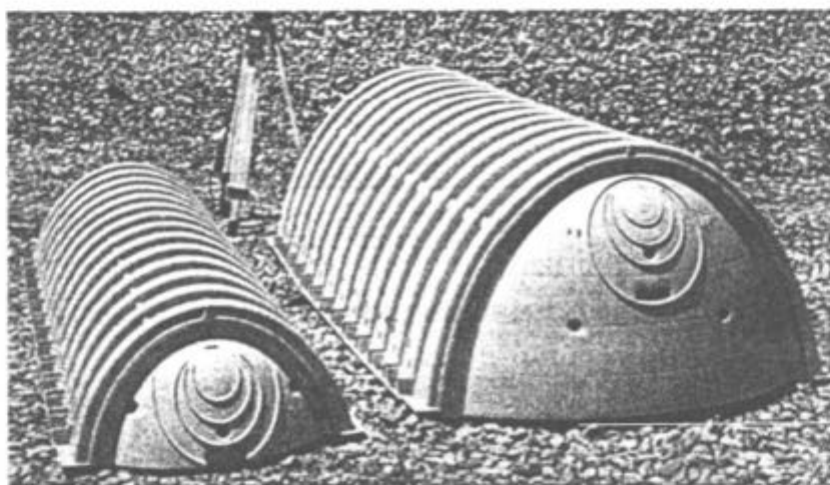


Rys. 7. Skrzynka zmodyfikowana systemu Q-BIC (wg dokumentacji firmy WAVIN)



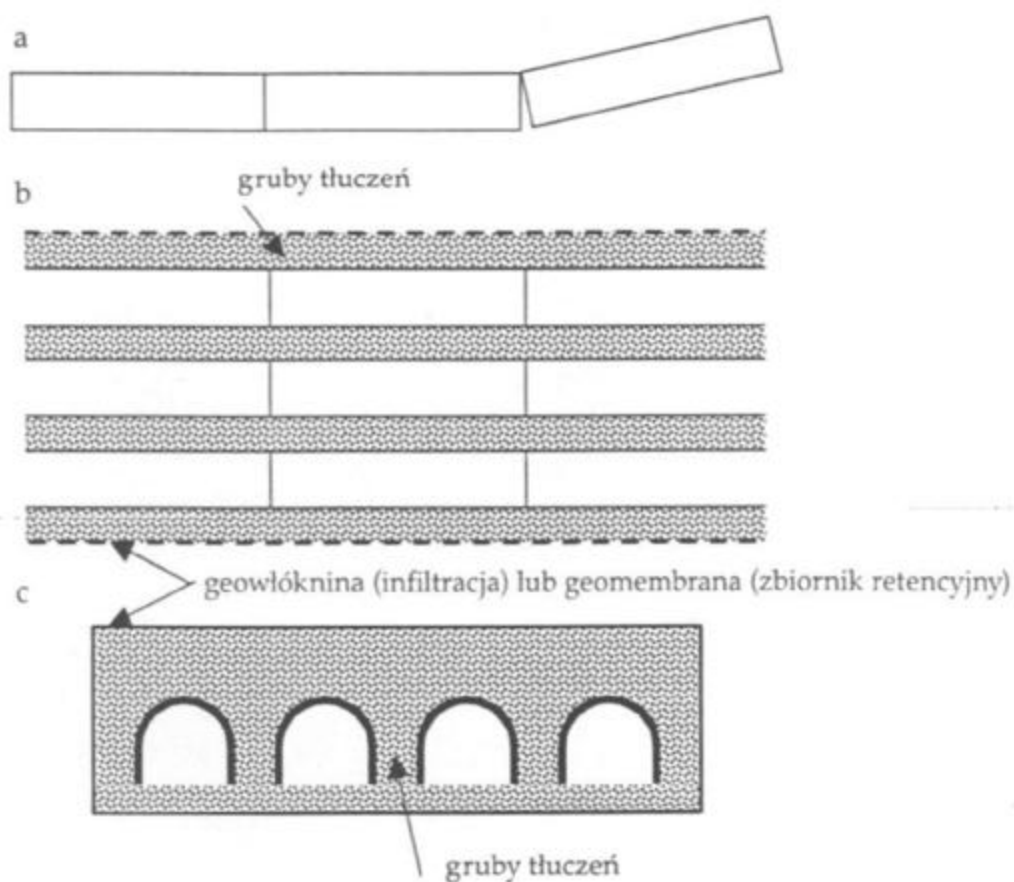
wprowadzenie do wnętrza kamery inspekcyjnej oraz usuwanie osadów z dna (dysze płuczące) poprzez zastosowanie studzienek rewizyjnych. Równocześnie konstrukcja skrzynki została wzmocniona.

Na rysunku 8 przedstawiono komorę o eliptycznym przekroju poprzecznym dzięki czemu uzyskano korzystny schemat statyczny. W powiązaniu z charakterystycznym ożebrowaniem pozwala to przenosić przy standardowym zagłębieniu bardzo wysokie obciążenia osiowe (ponad 15 ton), dzięki czemu komora może być posadowiona również pod najcięższymi powierzchniami. Wypływ z komory może odbywać się przez dno (otwarta od spodu), w niektórych rozwiązaniach równocześnie przez dno i ściany. Komory należy posadzić w charakterystycznym podłożu wykonanym z grubego tłucznia (analogicznego ze stosowanym przy budowie torowisk).

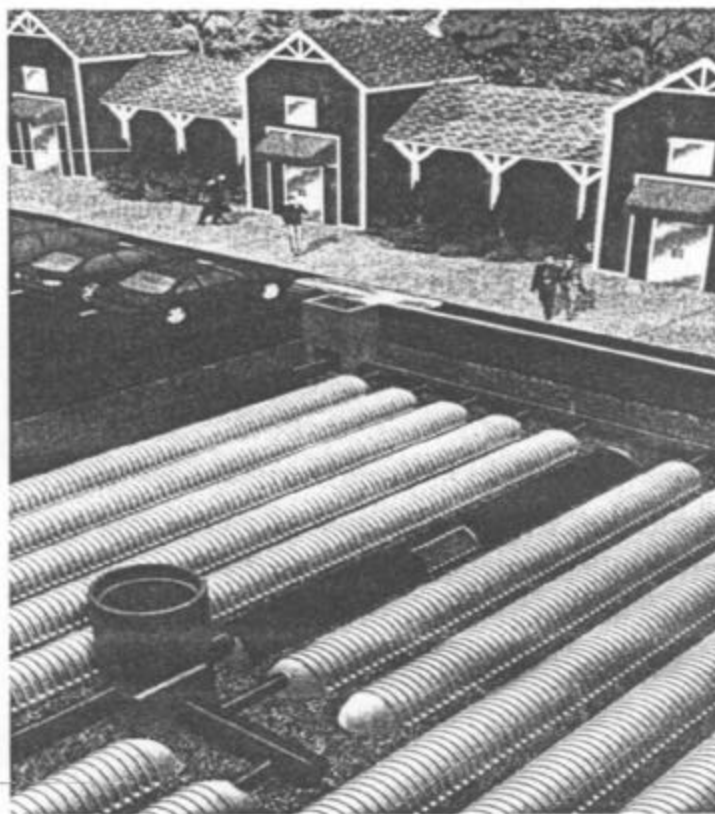


Rys. 8. Przykłady komór z wypływem przez dno na warstwie tłucznia (np. dokumentacji firmy EKOBUDEX)

Otulina z grubego tłucznia (rys. 9) stwarza dodatkową rezerwę pojemności retencyjnej, która może być szybko wypełniona wodą spływającą. Przy zastosowaniu dostosowanych do potrzeb geomateriałów powstaje rozległy zbiornik retencyjny, lub system infiltracyjny o bardzo dużej powierzchni kontaktu wody z przejmującym ją podłożem. Dzięki stosunkowo niewielkiej wysokości i wytrzymałości na obciążenia dynamiczne łatwo jest realizować układ przestrzenny rozległej palety (rys. 10). Podobnie, jak w przypadku układu zmodyfikowanych skrzynek możliwa jest zarówno inspekcja systemu, jak również czyszczenie ciśnieniowe podłoża. Równocześnie rozwiązania przyjęte w niektórych systemach prowadzą do powstania rozbudowanego, wyjątkowo skutecznego piaskownika poprzedzającego system komór. Ponadto w dotychczasowej (już kilkunastoletniej) praktyce nie stwierdzono przypadku kolmatacji podłoża wpływającej na warunki eksploatacji.



Rys. 9. Ogólna zasada montowania układu komór



Rys. 10. Przykład systemu złożonego z komór (np. dokumentacji firmy EKOBUDEX)

## Podsumowanie

Uwzględniając wszystkie czynniki można zaproponować, aby ograniczyć zastosowanie studni chłonnych tylko do przypadków, gdy wymagają tego szczególne okoliczności (brak wystarczającego miejsca, konieczność doprowadzenia wody do głębokiej warstwy).

Tradycyjne skrzynki wskazane jest wykorzystywać tam, gdzie nie występuje wysokie obciążenie dynamiczne od ruchu kołowego oraz tam, gdzie potencjalne straty nie są nadmiernie wysokie. W sytuacjach, gdy występują wysokie obciążenia, a potencjalne szkody są wysokie należy stosować rozwiązania umożliwiające kontrolę, prowadzenie z poziomu ulicy prac eksploatacyjnych oraz posiadające dostateczną wytrzymałość. Mogą być nimi zarówno komory, jak też zmodyfikowane skrzynki.

Przy ograniczeniu się do funkcji retencji można wykorzystać specjalne rury o odpowiednio dużej pojemności (np. stalowe podatne). Wbrew obiegowym opiniom tzw. dren francuski nie jest urządzeniem alternatywnego wykorzystania wód opadowych.

Tworząc rozwiązania alternatywne należy bezwzględnie przestrzegać zaleceń poszczególnych producentów odnośnie parametrów stosowanych materiałów. Wprowadzanie „materiału zastępczego” o nieodpowiedniej jakości (granulacji, charakterystykach wytrzymałościowych, ścinek, zrzyneków, odpadów itp.) powoduje iż rozwiązanie nie jest w stanie spełniać swoich zadań.

Przy wprowadzeniu do podłoża wód opadowych pojawia się problem minimalnej odległości spodu urządzenia od najwyższego poziomu zwierciadła wody gruntowej. Występują tu dwa ograniczenia – techniczne (na ogół powinno być ujęte w dokumentacji producenta urządzenia), jak też technologiczne. Te ostatnie wynikają z konieczności ochrony jakości zasobów wglębnych i wymagają dostosowania się do konkretnej sytuacji. Wprawdzie w poszczególnych zaleceniach narzuca się tu również minimalną odległość, ale nie jest to rozwiązanie skuteczne.