

## Warunki budowy urządzeń do alternatywnego zagospodarowania wód opadowych

Konieczność poszukiwań rozwiązań alternatywnych dla tradycyjnego kanalizowania wód opadowych jest obecnie oczywista. Potrzeba wynika ze względów zarówno technicznych, jak i ekonomicznych oraz ekologicznych. Istotą problemu jest to, aby rozwiązania zastępcze były technicznie skuteczne, wiązały się z kosztami na akceptowalnym poziomie dla konkretnego inwestora oraz nie powodowały tworzenia kolejnych zagrożeń – ani sanitarnych, ani technicznych.

W efekcie podstawowymi formami alternatywnego zagospodarowania wód opadowych powinny być funkcje retencji i rozsączania do gruntu (względnie ich kombinacje).

Zależnie od warunków lokalnych mogą być one realizowane rozłącznie lub łącznie z przewagą wynikającą z określonych potrzeb. Obecnie trudno mówić o racjonalnych motywacjach dualizacji instalacji wodociągowych, a praktyczne użycie wody opadowej sprowadza się do zastosowań poza budynkiem. Wbrew opiniom grupy entuzjastów na pewno nie jest to „woda darmo z nieba”, gdyż instalacja wiąże się z koniecznością sporych dodatkowych inwestycji. Ponadto istnieje problem odpowiedniej organizacji powierzchni, z której zostanie odebrana woda.

Właściwie dobrane urządzenie powinno zapewnić szybki odbiór spływu, zatrzymanie masy wody do czasu jej przesiąknięcia do podłoża, odprowadzenia do urządzeń kanalizacyjnych czy innego wykorzystania, a w przypadku rozsączania – odpowiednią powierzchnię kontaktu z podłożem (tak dużą, aby ograniczyć groźbę kolmatacji).

### Warunki ogólne

Skuteczne zagospodarowanie wymaga przede wszystkim stworzenia optymalnego systemu odprowadzania wód z odwadniającej powierzchni. Wymaga to jej odpowiedniego wyprofilowania w kierunku wpustów z uwzględnieniem ich rzeczywistej zdolności do przyjmowania spływu. Zasadniczym problemem jest rzeczywista sprawność wpustu deszczowego (odnosi się to również do wpustów liniowych), która wynosi często 10-20%. W tej sytuacji przyjęte w Polsce posługiwanie się kryterium jednostkowej powierzchni zlewni  $i$  (względnie) teoretycznej przepustowości urządzenia jest mało efektywne. Charakterystyczne propozycje podaje Edel<sup>1</sup>, które

Tab. 1. Maksymalny rozstaw wpustów deszczowych<sup>1</sup>

Spadki $i_p$ [%]	Klasa drogi			
	Drogi dojazdowe, lokalne, zbiorcze, główne i główne ruchu piesze (b ≤ 10 m)		Autostrady, drogi ekspresowe	
	$i_p = 2\%$	$i_p = 2,5\%$	$i_p = 2\%$	$i_p = 2,5\%$
Poniżej 0,5	8*	8	8	8
0,5-0,8	10	12	9	10
0,8-1,5	12	14	10	12
1,5-3,0	15	17	12	14
3,0-6,0	18	20	15	17
Ponad 6,0	≤ 22**	≤ 25**	≤ 20**	≤ 22**

$i_p$  – spadek poprzeczny,  $i_s$  – spadek podłużny niwelety drogi, b – szerokość odwadniającej powierzchni.

\*Ściek piasty (rynna wahadłowa).

\*\*Wpust „górski” (podwójny)

Tab. 2. Kryteria klasyfikacji wyrobów z żeliwa stanowiących zwierciadła kanalizacyjnych studzienek rewizyjnych i wpustów deszczowych<sup>1,2</sup>

Klasa*	Charakterystyka warunków montażu
B 125	Pasaże dla pieszych, chodniki
C 250	Miejsca parkowania wzdłuż krawężników, chodniki
D 400	Ruch uliczny w granicach: słabego, średniego, intensywnego – indywidualne dostosowanie rozwiązania
E 600	Strefy szczególne
F 900	Strefy szczególne

\*Wg EN124 5 klas nośności, dla klasy A 15 kN2

► cd. ze s. 75

Pojawia się przy tym dodatkowa trudność – o ile akceptowalna jest markowa oferta urządzenia pracującego w określonym układzie gwarantującym skuteczne podczyszczenie wód opadowych i spowolnienie ich spływu (rys. 2), o tyle różne domorosłe wynalazki mogą doprowadzić co najwyżej do nieprzyjemnych problemów w przyszłości.

Niezależnie od oceny pojedynczego urządzenia trzeba podkreślić tendencję do tworzenia bardzo skomplikowanych układów zbiorczych. Być może sprawdzą się one dla uspokojonego przepływu wody destylowanej, ale w przypadku napływu z opadu nawałnego po prostu nie będą w stanie funkcjonować. Tworząc galerie studzien, trzeba bezwzględnie zapewnić prosty, jednoznaczny układ połączeń. W szczególności należy eliminować rozwiązania włączające element podpiętrzenia i powodujące oddziaływanie studzien na siebie.

#### ■ Skrzynki

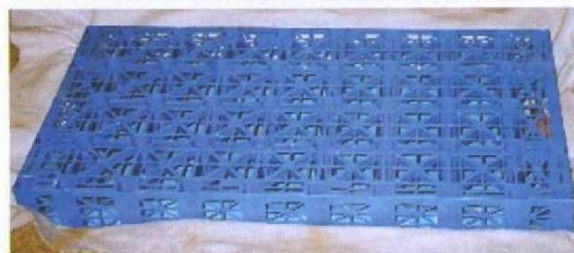
Skrzynka występuje w dwóch postaciach. W wersji podstawowej jest prostą konstrukcją prostokątną ażurową, o stosunkowo małych rozmiarach (fot. 2). Odpowiednie rozwiązanie ścian pozwala uzyskać stosunkowo dużą powierzchnię kontaktu zgromadzonej wody z podłożem. Ze względu na niemożność skutecznego



Rys. 2. Studnia chłonna jako element instalacji firmy Kessel<sup>16</sup>

oczyszczenia i kontroli stanu bez rozebrania konstrukcji nadaje się do użycia tam, gdzie potencjalne szkody wynikające z uszczelnienia systemu są stosunkowo niewielkie. Przyjęcie konstrukcji prostokątnej powoduje, że w warunkach istotnych obciążeń od transportu (tab. 2) – względnie naziomu – nie jest to rozwiązanie dostatecznie bezpieczne. Przy tym ze względu na różnorodność oferty rynkowej pojawiają się konsekwencje unikatowych cech poszczególnych wyrobów. To, co np. będzie tolerować konstrukcja firmy A, w przypadku produktu firmy B może prowadzić do zniszczenia obiektu.

W wersji zmodyfikowanej (fot. 3) skrzynka łączy cechy tradycyjnego rozwiązania i kolektora. W efekcie istnieje dostęp od zewnątrz i możliwe jest bezpośrednie czyszczenie. Ponadto charakterystyczne cechy konstrukcji powodują, że jest ona znacznie bardziej wytrzymała na obciążenia zewnętrzne. Dodatkowym atutem jest to, że (przynajmniej obecnie) oferta handlowa ogranicza się do wiarygodnych producentów. Raczej trudno jest tu spodziewać się istotnych odstępstw od deklarowanych parametrów wytrzymałościowych. Niestety, zagadnienie pozostaje istotne w odniesieniu do skrzynek klasycznych ze względu na szybki rozwój ilościowy oferty.



Fot. 2. Skrzynka rozszczajająca w wersji podstawowej, np. skrzynki AZURA<sup>11</sup>

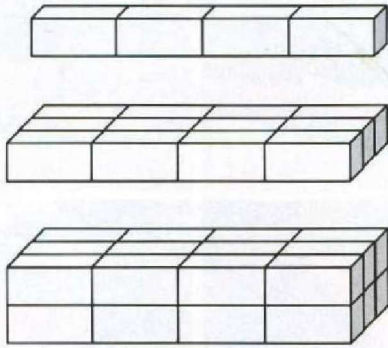
Skrzynki pozwalają na stosunkowo łatwe tworzenie układów zbiorczych w wersji liniowej, palety oraz przestrzennej (rys. 3), przy dość prostej hydraulice. Wystąpienie zjawiska tłumienia przepływu w układzie jest tu w odróżnieniu od studni rozszczajających bardzo mało prawdopodobne. Oczywiście, jak w każdej sytuacji odnoszącej się do wód opadowych bardzo wskazane jest zastosowanie piaskownika (o ile nie jest on z góry przewidziany przez producenta). Ostatecznie uzyskuje się rozwiązania pozwalające ograniczyć problem kolmatacji podłoża i użytej geowłókniny.

#### ■ Komory

Komory występują w dwóch postaciach, w wersji podstawowej (fot. 4) są konstrukcją o małej wysokości i relatywnie niewielkiej pojemności jednostkowej z wypływem przez dno i ściany boczne, co umożliwia efektywną infiltrację do gruntu. W warunkach istotnych obciążeń od transportu (tab. 3) – względnie od naziomu – nie jest to rozwiązanie dostatecznie bezpieczne – szczególnie niebezpieczne są obciążenia od samochodów ciężarowych. Cechą charakterystyczną wszystkich komór jest duża powierzchnia kontaktu z podłożem – co najmniej równa rzutowi dna. Komory w wersji



Fot. 3. Skrzynka zmodyfikowana



Rys. 3. Układy przestrzenne skrzynek rozsączających

podstawowej mogą się okazać przydatne do rozsączania ścieków sanitarnych, zastępując tradycyjne drenaże.

W wersji zmodyfikowanej (fot. 5) komory są konstrukcjami o dużej pojemności jednostkowej z wypływem przez dno. Różnorodność typów, pojemności i wysokości komór pozwala je dostosować do konkretnego zadania i warunków montażowych. Dzięki owalności przekroju poprzecznego i systemom ożebrowania możliwe jest przenoszenie przez nie relatywnie bardzo dużych obciążeń, nawet 14,5 tony/os pojazdu<sup>13</sup>, co w praktyce spełnia warunki określone w tabeli 2.

Atutem komór jest również to, że ich oferta handlowa ogranicza się do wiarygodnych producentów i – podobnie jak w przypadku zmodyfikowanych skrzynek – uruchomienie produkcji nie jest łatwe.

Możliwe jest również tworzenie układów zbiorczych komór typu ciąg i paleta. Ponadto zastosowanie odpowiednich geotekstan oraz bardzo grubej podsypki, obsypki i zasypki (tłuczeń) umożliwia tworzenie dużych systemów retencyjnych. Możliwe jest zarówno prowadzenie inspekcji, jak i czyszczenie ciśnieniowe przy użyciu odpowiednich dysz.

### Warunki montażowe

Wybór konkretnego urządzenia do rozsączania powinien być dokonany świadomie, z uwzględnieniem lokalnej specyfiki oraz możliwości i potrzeb konkretnego użytkownika. Warunkiem uzyskania przez systemy rozsączające (retencyjne) oczekiwanych parametrów jest ściśle przestrzeganie zasad ich prawidłowego montażu. Powinny być one określone przez producenta (dostawcę) urządzeń, jednak ogólne zasady postępowania (w tym wybór materiału gruntowego oraz geotekstyliów) pozostają wspólne dla wszystkich urządzeń.

Zagadnienia montażu zostaną przedstawione na przykładzie komór zmodyfikowanych do zagospodarowania wody deszczowej z autostrad, dróg i parkingów, czyli tam, gdzie występują duże obciążenia (tab. 2). Zasadne jest omówienie szczegółowo prac montażowych (na podstawie materiałów producenta komór drenażowych SC<sup>13</sup>).

Fot. 4. Komora w wersji podstawowej, np. tunel rozsączający<sup>13</sup>

### Montaż komór drenażowych

Wylimitowanie błędów podczas montażu systemów rozsączających to warunek konieczny, aby system sprawnie działał przez długi czas. Dopiero właściwy dobór systemu i jego projekt, w tym obliczenia, gwarantują skuteczność rozwiązania. Każdy wykonawca przed przystąpieniem do robót montażowych powinien zapoznać się z dokumentacją oraz z wytycznymi producenta danych urządzeń. Niedopuszczalne jest wprowadzanie bez uzgodnienia materiałów o innych parametrach, co odnosi się w szczególności do kruszywa oraz geotekstan.

Należy zwrócić szczególną uwagę na warunki posadowienia systemu w zależności od obciążeń i sposobu wykorzystania danego terenu (czy system będzie montowany pod trawnikiem, parkingiem czy drogą). Niezwykle ważnym elementem jest też sprawdzenie warunków gruntowo-wodnych (czy są one zgodne z badaniami geotechnicznymi z projektu). Warto również skorzystać z bezpłatnych szkoleń z zakresu montażu systemu.

Przed montażem należy sprawdzić, czy podczas transportu lub rozładunku nie uszkodzono elementów systemu. Nie wolno montować uszkodzonych elementów ani ich „naprawiać” we własnym zakresie.

Fot. 5. Komora w wersji zmodyfikowanej – np. komory drenażowe SC<sup>13</sup> (wypływ wyłącznie przez dno)

### Wykonanie wykopu

Prace rozpoczyna się od wykonania wykopu. Należy przestrzegać przepisów dotyczących prac ziemnych wg PN-EN 1610 i przepisów BHP. Wykop należy poszerzyć o 30 cm w każdym kierunku (przestrzeń robocza) i nie może być w nim wody. Na głębokość wykopu ( $H_w$ ) składają się: wysokość fundamentu kamiennego ( $H_f$ ) pod komorą, wysokość komory ( $h_k$ ) oraz wysokość przykrycia systemu ( $h_p$ ).

Przykładowo głębokość wykopu dla komór drenażowych SC-310 wynosi:

$$H_w = 0,15 \text{ m} + 0,41 \text{ m} + 0,46 \text{ m} = 1,02 \text{ m (minimalny wykop)},$$

$$H_w = 0,46 \text{ m} + 0,41 \text{ m} + 2,44 \text{ m} = 3,31 \text{ m (maksymalny wykop)}.$$

Dno wykopu musi być wyrównane oraz pozbawione spadków. Można je wyrównać ręcznie za pomocą np. rurek i łąty lub mechanicznie, stosując sprzęt budowlany. W celu zabezpieczenia systemu przed przedostaniem się do komór gruntu i systemu stosuje się geowłókninę o właściwych parametrach. Chodzi m.in. o to, aby nowego materiału nie zastępować „resztkami” (np. zrzynkami), nie wprowadzać w miejsce materiału o wymaganej wytrzymałości odpowiadającego właściwościom fizycznej itp.

Rodzaj geowłókniny został dobrany przez producenta. Może to być np. Polyfelt TS20 czy Fibertex F-20. Istnieje możliwość zmiany typu geowłókniny, ale wyłącznie po konsultacji z przedstawicielem producentem. Geowłókniną wykłada się dno i ściany wykopu.

W przypadku styku dwóch rolek geowłókniny zakład powinien wynosić 60 cm. Podczas jej rozkładania należy ją zaczepić na ściankach wykopu – chroni to system podczas instalowania, a także upraszcza sam montaż. Jest to szczególnie ważny etap prac, ponieważ zabrudzona od wewnątrz geowłóknina może utracić zdolności rozsączające. Jeśli do tego dojdzie, należy ją oczyścić.

cd. s. 78 ►

- cd. ze s. 77

Następnie na dnie **umieszcza** się warstwa obsypki z przemycanego kruszywa ostrokrawędziowego, łamanego, o porowatości 40% i uziarnieniu 20-50 mm (fot. 6) - fundament kamienny zagłębiony do min. 95% normy Proctora. Niedopuszczalne jest stosowanie kamienia o krawędziach zaokrąglonych (tzw. otoczków). Alternatywnie można zastosować przetworzony beton (fot. 7), przy czym ważne jest, aby był dobrej jakości. Często zdarza się, że jest to typowy gruz - a taki materiał jest niedopuszczalny.

Bardzo ważne jest, aby kruszywo było płukane - chodzi o to, aby między warstwami rozsądzających na początku eksploatacji. Wysokość fundamentu kamiennego jest elastyczna - pogrubiając warstwę fundamentu (obliczeniowa od 15 cm do 46 cm kruszywa), powiększa się pojemność systemu, zwiększając jego zdolność retencyjną (ok. 50% pojemności kruszywa spełniającego określone parametry). Istnieje możliwość zwiększenia wysokości fundamentu nawet do 1,5 m, w zależności od konkretnych potrzeb.

#### > Układanie komór

Na zagłębionym podłożu układają się komory wciągane jedna za drugą na zakładkę, a następnie w rzędach z odstępem min. 15 cm. Na początku i końcu każdego ciągu zakłada się pokryw skrajną, w której wycina się otwór na wprowadzenie rury dystrybucyjnej (podłóżenie od DN 110 do DN 1000) - fotografie 5 i 8. Następnie montuje się ewentualne studzienki kontrolne i odpowietrzenie. Zgodnie z projektem, należy zamontować osadnik wstępny i przewody dopływowe wraz z rurą dystrybucyjną, która doprowadzi wodę do systemu.

#### i Przykrycie systemu

Kolejny etap instalacji to przykrycie systemu, wykonywane za pomocą obsypki z kruszywa o odpowiednim uziarnieniu (20-50 mm), wypełniającej przestrzenie pomiędzy komorami i dookoła nich. Cały system trzeba przykryć 15-centymetrową warstwą, która nie wymaga zagłębienia. Następnie układają się geowłókna w celu zabezpieczenia systemu przed zanieczyszczeniem. Z geowłókna należy postawić wg wcześniejszych wskazówek.

Etap następnym stanowi obsypka górna. Zagłębienie rozpoczyna się od warstwy 30 cm powyżej komór, następnie obsypkę zagłębioną do 15 cm, a do uzyskania min. 95% normy Proctora. Masa walca nie może przekroczyć 54 kN, a siła dynamiczna nie może być większa niż 89 kN. Minimalna warstwa obsypki górnej to 30 cm w terenach zielonych i 46 cm w terenach obciążonych. Maksymalne przykrycie systemu wynosi 244 cm powyżej komór.

Po wykonaniu tych czynności można rozpocząć układanie chodnika, nawierzchni ulicy itp.

Na zakończenie należy przeprowadzić inspekcję wszystkich studni, aby upewnić się, że nie pozostało w nich nic z budowy.

#### Podsumowanie

Szczególnym problemem wszystkich urządzeń do alternatywnego zagospodarowania wód opadowych nie jest to, czy je stosować, ale jak to robić. Bez względu na to konieczne jest zapewnienie urządzeń i rozwiązań odpowiadających wymaganiom określonej lokalizacji. Muszą one przede wszystkim zapewnić odpowiedni

Fot. 8. Montaż systemu komór drenarskich

pojemność retencyjną - gwarantując szybkie i skuteczne przejście spływających mas wody. Ze względu na gwałtowne zjawiska meteorologiczne muszą one dysponować wolnymi, pozbawionymi elementów hamujących pojemnościami. Jednocześnie - nie może być nimi przestrzeń wypełniona materiałem o stosunkowo dużym uziarnieniu, w tym filtr francuski. Pojemność obsypki i podsypek wprowadzone przez morze dodatkowo rezerwa, ale jest ona uruchamiana w terminie późniejszym i w chwili samego napływu jest praktycznie martwa.

Urządzenia alternatywne stanowią jeden z elementów systemu zagospodarowania wód opadowych, konieczne jest zatem, aby systemy były wewnętrznie spójne - w polskich warunkach problem rozpoczyna się już w fazie obliczeń oraz odbioru spływającej wody z powierzchni. Nawet najlepsze rozwiązanie nie spełni swoich funkcji, jeżeli zastosowane wpusty nie będą w stanie ich przejść. Istotnym problemem są rzeczywiste obciążenia dynamiczne od transportu - w polskich realiach dodatkowo występują konsekwencje tradycyjnego lekceważenia problemu podbudowy nawierzchni.

Skuteczny system musi opierać się na właściwym doborze materiałów, w tym bezwzględnie przestrzeganiu wymagań jakościowych. Sposób realizacji oraz użyte materiały i sprzęt powinny być zgodne z wymaganiami określonymi przez producenta (dostawcę) konkretnego systemu. Przy projektowaniu należy brać pod uwagę, jak duże są potencjalne szkody wywołane przez niesprawno urządzenie i roboty niezbędne przy ich udzieleniu. Stąd w warunkach powaźniejszego potencjału konieczne jest uchylenie rozwiń za dopuszczających dostępną z zewnątrz (inspekcja, czyszczenie), bez potrzeby prac rozbiórkowych. Na tym tle nadal nadmiernie popularne studnie chłonne są rozwiązaniem co najmniej bardzo problematycznym.

#### ródła

1. Edel R.; *Odwodnienia drogowe*. Wkił Warszawa 200ft
2. Edel R., Sulieowski Z.: *Wpływ parametrów wpustów tkszarwych na sprawno odwodnienia powierzchniowego dróg i ulic* WBWił Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2004.
3. Obliczenia slaryczno-wyirzymalo ciowe kanałów i przewodów kanalacyjnych. Wtyczna ATV-DVWK-A127K Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Warszawa 2000.
4. www.rehau.pl.
5. www.inora.com.pl.
6. www.os.not.pl/docs/czBsopismo.
7. www.rynekinstalacyjny.pl.
8. www.um.warszawa.pl.
9. www.wodkaneko.pl
10. www.kessel.pl
11. www.wavin.pl.
12. www.inarley.com.pl.
13. www.ckobudcx.com.pl

Kalprzyna Gudolis Taraszkiewicz, Ekobudex Gdańsk;  
Ziemowit Suligowski, Politechnika Gdańsk

Fot. 6. Kruszywo przemycane, łamane. 20-50 mm" Fot. 7. Przetworzony beton, 20-50 mm"