

# Zagospodarowanie wód opadowych

**Sprawną organizacją odbioru wód opadowych należy do podstawowych warunków prawidłowego funkcjonowania jednostek osadniczych oraz transportu. Nawet pozostawianie niewielkiej warstwy wody, tworzącej charakterystyczny film na nawierzchni drogi, stanowi poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego.**

Zagospodarowanie wód opadowych nie może być utożsamiane z ich kanalizowaniem i późniejszym odprowadzeniem do odbiornika wodnego. Na szerzej rozumiane systemy melioracji miejskich składają się takie elementy jak: przewody kanalizacyjne, kanały kryte i otwarte, ciekły naturalne i sztuczne, naturalne i sztuczne zbiorniki wodne oraz kryte i otwarte zbiorniki retencyjne (w tym stawy i jeziora dostosowane do pełnienia ich roli). Niezbędne są także drenaże budowlane oraz rowy odciążające, poldery wraz z pompowniami, a w niektórych przypadkach elementy melioracji rolnych. Szczególnym problemem są wcześniej kanalizowane ciekły oraz starorzeczca pozostałe po uprzednio zasypanych ciekach. W starszych jednostkach miejskich dość szczególną rolę odgrywają starorzeczca po zlikwidowanych systemach fos. Potrafią się one uaktywniać nawet po upływie setek lat. Starorzeczce w aspekcie bezpieczeństwa zabudowy nigdy nie będzie pełnowartościowym terenem budowlanym.

## Podstawowe czynniki

Wielkość splywu wód opadowych opisyje zależność:

$$Q = q \cdot F \cdot \psi,$$

gdzie  $q$  – jest to natężenie jednostkowe opadu,  $F$  – powierzchnia zlewni,  $\psi$  – współczynnik splywu.

Ponadto do wzoru wprowadza się element uwzględniający (bezpośrednio lub pośrednio – ATVA118) wielkość powierzchni zlewni i jej kształt. Praktycznie jedyny element niezmienny we wzorze stanowi wartość powierzchni zlewni. Nie jest to jednak sytuacja bezwzględnie jednoznaczna. W przypadku rozbudowy kanalizacji ogólnospławnej lub niekiedy rozdzielczej wód opadowych wkracza ona na nowe obszary, co prowadzi do przelamania wododziałów i w efekcie do wykroczenia poza granice naturalnych zlewni. Dotychczasowe doświadczenia niemieckie wskazują na wzrost w miarę upływu czasu wartości natężenia jednostkowego opadu. Oczekuje się zwiększenia częstotliwości występowania ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i w efek-

cie prognozuje się nawet 30-procentowy przyrost wartości jednostkowego splywu w warunkach deszczu nawalnego  $q$ . W przypadku kanalizacji ogólnospławnej może zmieniać się wartość  $F$ , co jest naturalną konsekwencją konieczności wychodzenia poza naturalne wododziały.

Wielkość splywu w bardzo dużym stopniu zależy od szczelności powierzchni zlewni i rodzaju jej przykrycia określanych przez  $\psi$ , a dodatkowym czynnikiem jest spadek powierzchni zlewni. Ostatecznie Imhoff ocenia, że *nawet mała zmiana współczynnika splywu bardziej wpływa na końcowy wynik niż wszystkie inne elementy obliczeń*<sup>1</sup>. Wartość współczynnika  $\psi$  waha się w szerokich granicach (na ogół podawane wartości mieszczą się w przedziale od 0,1 do 0,8-0,9, aczkolwiek pomiędzy poszczególnymi interpretacjami mogą występować pewne różnice), ale najważniejsza jest jej zmienność w czasie. Do pewnego stopnia może to tłumaczyć interpretacja Imhoffa, zwracającego uwagę, że na ogół podaje się wartości przeciętne, nie uwzględniając wielkości spadku powierzchni zlewni.

## Warunki eksploatacji systemów

Powszechnym zjawiskiem jest postępujące uszczelnianie się powierzchni zlewni. Można np. oszacować, iż w ostatnim dwudziestolecu wartość  $\psi$  dla terenów zurbanizowanych wzrosła nawet o ok. 40%. Wprawdzie wiele mówi się o zabudowie ekologicznej, jednak również tam szczelne przykrycia stają się normą, postępuje też uszczelnianie powierzchni zabudowy jednorodzinnej. Szczególnego znaczenia nabiera wejście zabudowy na obszary wyżej położone (dominujące) i w efekcie poważne przyspieszenie splywu na niżej położone tereny. Konsekwencją tej sytuacji jest poważne zwiększenie obciążeń niżej położonych elementów systemów zagospodarowania wód opadowych.

Ostatecznym efektem są narastające w miarę upływu czasu problemy ilościowe. Zagadnienie można rozpatrywać w różnych aspektach, w tym ekologicznym. Przyspieszenie splywu wód

prof. dr hab. Ziemowit Suligowski  
Wydział Inżynierii Lądowej,  
Politechnika Gdańska

opadowych zakłóca naturalny obieg wody w przyrodzie, w tym ogranicza zasilanie zasobów wód podziemnych. Wzrost intensywności splywu stwarza równocześnie zagrożenie dla ich odbiorników. Charakterystycznym przykładem jest aktywizacja starorzeczcy pozostałych po wcześniej skanalizowanych ciekach i podtapianie położonej na nich zabudowy. Można też spodziewać się intensyfikacji występowania zjawisk powodziowych. Problem ten pozostaje aktualny zarówno w przypadku kanalizacji rozdzielczej, jak też ogólnospławnej.

Bezpośrednim odbiornikiem powiększającego się splywu wód opadowych są wcześniej powstałe elementy systemów. Bardzo trudnym do rozwiązania zagadnieniem technicznym pozostaje dostosowanie przepustowości już istniejących systemów do ciągle narastających obciążeń. W przypadku kanalizacji rozdzielczej wód opadowych alternatywą pozostaje pogarszanie się standardu usług i w efekcie ograniczenie możliwości spełniania normalnych funkcji m.in. przez systemy komunikacji. W tej sytuacji spełnienie formalnych wymagań normy EN752, nawet w złagodzonej wersji ATVA118 (1999), staje się iluzją. Oczywiście tempo zmian i ich bezpośredni efekt pozostają różne w konkretnych przypadkach.

W przypadku kanalizacji ogólnospławnej powstają dalsze komplikacje. Przede wszystkim przelewy burzowe projektowane były na określony stopień rozcieńczenia. Wymagania w stosunku do zrzutów wód z przelewów narastają w miarę upływu czasu – obecnie limitowana jest liczba zrzutów. Zachwianie bilansu zasilania na skutek zwiększenia dopływu wód opadowych powoduje, że zachowanie formalnych wymagań wynikających z przepisów prawnych staje się niemożliwe. Równocześnie jednak pojawia się problem tradycji postrzegania kanalizacji ogólnospławnej w kategorii nieograniczonego odbiornika ścieków sanitarnych, co może skutkować zwiększoną emisją zanieczyszczeń do środowiska. Zachowanie wystarczającej przepustowości istniejących urządzeń wymaga systematycznego angażowania odpowiednio dużych środków. W polskich realiach do wód opadowych nie podchodzi się zbyt poważnie, finansowanie ogranicza się do korzystania z budżetów lokalnych. Przydzielane środki odpowiadają bardzo często poziomowi vegetatywnemu, co z góry bardzo ogranicza, czy też wręcz uniemożliwia dostosowanie istniejących

# I - r a i l i l i i i m i t r a

Studnia chłonna

Skrzynka rozsączająca

szelne połączenia elementów konstrukcyjnych pozostaje drugorzędna.

sowane urządzenia powinny być dostępne z zewnątrz w celu kontroli oraz ewentualnego oczyszczania. Poszczególne jednostkowe urządzenia tworzą charakterystyczne układy. W praktyce mogą to być (rys. 3): palety, prostopadłowe formy przestrzenne, względnie galerie. Skrzynki w stanie funkcjonowania w dowolnej konfiguracji, natomiast komory w różnych wersjach przeznaczają się do układu palety, a studnie dla galerii. Przy przewadze funkcji rozsączania wskazany jest układ palety lub galerii.

\*\*\*\*\*

Komora

; 0

TTTT

Rys. 1. Podstawowa klasyfikacja urządzeń rozsączających

urządzenia do zmieniających się warunków.

## Studnie, skrzynki, komory

Celem alternatywnego zagospodarowania wód opadowych jest spowolnienie ich spływu przez retencję, względnie zatrzymanie na danym obszarze przez wprowadzenie do gruntu lub wykorzystanie do innych celów. Zwykle wewnątrz domu będzie raczej drugorzędne, gdy wymaga szeregu kosztownych zabezpieczeń, a efekt ilościowy pozostanie mierny. Ewentualne wykorzystanie wód opadowych powinno mieć miejsce **blisko** domu. Cech charakterystyczny nowoczesnych urządzeń alternatywnego zagospodarowania wód opadowych jest to, że są one mało uciążliwe dla otoczenia. Typowe „oczka wodne” i podobne obiekty mają przede wszystkim znaczenie dekoracyjne. Ich rola w przejmowaniu spływów pozostaje bardzo ograniczona. Każde rozwiązanie alternatywne powinno zapewnić przede wszystkim sprawny odbiór spływających wód, ich wstępne podczyszczenie oraz dostatecznie dużą pojemność dla zatrzymania całego spływu do czasu jego rozsączania do gruntu oraz zatrzymania do momentu przekazania dla innego wykorzystania. Popularny jest układ mieszany, gdzie nadwyżka wód opadowych kierowana jest do kanalizacji, względnie lokalnego odbiornika.

W praktyce stosowane są trzy grupy urządzeń (rys. 1): studnie chłonne, skrzynki rozsączające i komory. W studniach chłonnych filtracja odbywa się przez dno. Ewentualna rola infiltracji przez nie-

przyjmującym wypływ. W przypadku komór podstawowa cz. infiltracji odbywa się przez otwarte dno. Jest ona ewentualnie uzupełniona wypływem przez otwory boczne. Jednak niektóre rozwiązania typu komora służą wyłącznie do pełnienia funkcji zbiornika retencyjnego.

Urządzenia powierzchniowe (komory, skrzynki) w szczególnym przypadku systemu alternatywnego zagospodarowania wód opadowych. Posiadają one relatywnie małą głębokość posadowienia, w niektórych przypadkach wykazują znaczny odporność na występujące obciążenia statyczne i dynamiczne. W Polsce nadal brak tradycji **odpowiednich** podbudów nawierzchni i trzeba interpretować krytycznie zalecenia zagraniczne w zakresie bezpiecznego przykrycia. Normatywy projektowania dróg są w znacznym stopniu zdezaktualizowane - rzeczywiste obciążenia osiowe wzrosły mniej więcej **dwukrotnie**, a zatem wskazane jest podwyższenie o klasę wytrzymałości elementów na powierzchni.

Przy analizach urządzeń oraz tworzeniu ich układów należy podkreślić, że dla realizacji funkcji infiltracji należy ograniczyć wielkość spływu wody. Badania wrocławskie E. Burszty-Adamiak wskazują, że spływu wody sprzyja kolmatacja.

Przy funkcji zbiornika retencyjnego użyte elementy powinny być otoczone geomembraną, natomiast przy (całkowitym lub częściowym) rozsączaniu stosowane są odpowiednie geowłókny. Przy równoczesnym pełnieniu obu funkcji potrzebne jest użycie geowłókny przy zapewnieniu dodatkowej pojemności. Sto-

## Dostosowanie rozwiązania

Istotnym zagadnieniem jest dostosowanie przyjętego rozwiązania do lokalnych warunków (w tym materiału podłoża i poziomu zwierciadła wody gruntowej) oraz funkcji, które ma spełniać alternatywne rozwiązanie zagospodarowania wód opadowych. Obok problemów związanych ze stroną techniczną odbioru i rozsączania do gruntu, względnie spowolnienia spływu, w tym czyn-

Układ palety

Układ przestrzenny

Układ galerii

m

Rys. 3. Układ geometryczny urządzeń do rozsączania

niem pozostaje zawsze zdolność do przenoszenia występujących obciążeń dynamicznych, w tym od pojazdów. Rozwiązania alternatywne są bardzo istotne zarówno w aspekcie ekologicznym (zasilenie **zwodów** wód podziemnych), jak i ekonomicznym i technicznym.

rdn

Układ dla infiltracji

Układ przy funkcji magazynowania