

# Propozycje w zakresie projektowania alternatywnej kanalizacji wód opadowych (cz. 1)

Zagadnienia skutecznego zagospodarowania wód opadowych są niezwykle skomplikowane. Obok bardzo daleko posuniętej umowności **wszelkich** ocen ilościowych rolę odgrywa ich relatywizm – nawet dysponując bardzo dokładnymi informacjami meteorologicznymi można ostatecznie mówić co najwyżej o pewnej ilustracji dnia dzisiejszego. Mówiąc o „perspektywie” trzeba natomiast brać pod uwagę przyszły, praktycznie bardzo trudny do oszacowania w kategoriach liczbowych, rozwój zjawiska.

Przyjmując, że ogólną prawidłowością jest postępujący w miarę upływu ( $\Delta t$ ) czasu proces uszczelniania się zlewni, w wyniku którego wzrasta wartość współczynnika:

$$\Psi_{(t + \Delta t)} \gg \Psi_{(t)}$$

gdzie  $\Psi$  ( $\Psi < 0,1$ ), współczynnik retencji **terenowej** stanowiący miarę koncentracji spływu wód opadowych. W efekcie porównywalny (dla danej wielkości opadu) spływ spełnia zależność:

$$Q_{(t + \Delta t)} \gg Q_{(t)}$$

i w efekcie wzrasta wynikające stąd obciążenie hydrauliczne.

W szczególnych przypadkach wartość współczynnika retencji  $\Psi = 1$ , co odpowiada praktycznie brakowi zatrzymania wody przez powierzchnię terenu (przesiákanie, zatrzymanie na roślinach, odparowanie). Oczywiście jest to jakiś stan wyjątkowy, jednak jako ogólną prawidłowość można przyjąć zmianę wartości tego współczynnika w granicach od  $\Psi = 0,1$  (tereny niezabudowane, w przypadku występowania znacznych spadków terenu  $\Psi_{min} = 0,2-0,3$ ) do  $\Psi = 0,5-0,7$  (obszary zurbanizowane o różnej intensyfikacji wykorzystania, a w przypadku odwodnień powierzch-

chni technicznie szczelnych nawet  $\Psi = 0,9-0,95$ ). Powyższe wartości odpowiadają co najmniej 4-5-krotnemu wzrostowi intensywności odpływu wód opadowych w porównaniu ze stanem wyjściowym. Ze względu na zachodzące zmiany w zagospodarowaniu przestrzeni można obecnie zalecać dla terenów zurbanizowanych przyjmowanie następujących wartości współczynnika  $\Psi$ :

- dla obszarów o dużym stopniu szczelnego przykrycia powierzchni 0,9,
- dla terenów o przeciętnej zabudowie miejskiej co najmniej 0,7,
- dla zabudowy jednorodzinnej na obszarze miejskim i przyległym na poziomie 0,5.

Znaczący wzrost intensywności spływu wód pochodzenia opadowego powoduje analogiczny wzrost obciążenia urządzeń do ich zagospodarowania – niezależnie od tego, czy jest to tradycyjna „kanalizacja”, czy też inne rozwiązania ją zastępujące. W efekcie pojawia się konieczność ich odpowiedniej adaptacji do zmieniających w miarę upływu czasu się potrzeb. Jest to jednak zagadnienie bardzo trudne, zarówno w aspekcie inżynierskim, jak też ekonomicznym, ponadto mamy do czynienia ze **złą tradycją** niedoceniańcia problemu. Alternatywą pozostaje pogorszenie komfortu życia na niektórych terenach – nie są przypadkiem sytuacje awaryjne powsta-

rzające się po nawet względnie niewielkich opadach.

## Specyfika polskich warunków

Trzeba od razu podkreślić, że po prostu **nie ma** rozwiązań idealnych w omawianym zakresie. Zawsze pojawi się problem losowości zjawisk meteorologicznych, a konieczność równoważenia konsekwencji wzrostu obciążeń postępującego w miarę upływu czasu stanowi problem bardzo trudny do rozwiązania również w krajach znacznie bogatszych niż Polska. Trzeba jednak podkreślić, że niekonsekwencje w systemie prawnym po 1990 r. [5], [6], [7], [8], [9] powodują praktyczne rozmycie kompetencji i obowiązków. Przy regulacjach prawnych dotyczących gospodarki komunalnej, w tym „wodociągów i kanalizacji” zagospodarowanie wód opadowych jest po prostu pominięte. Niejednoznaczne są również kwestie własnościowe, w tym współpraca „obcych” gmin, a przecież zagadnienia wymagają analiz w granicach zlewni hydrologicznych, a nie ograniczonych do formalnych granic administracyjnych.

Biorąc pod uwagę polskie realia w obecnej nie jest możliwe w miarę dokładne oszacowanie relacji ilościowych. Każda ocena musi mieć charakter przybliżony, wychodząc z orientacyjnych oszacowań [2] orientacyjna wielkość jednostkowego spływu wód opadowych w ważnych odwodnieniach drogowych nie powinna być mniejsza niż 300 l/s.ha przy wartości współczynnika retencji  $\Psi = 0,9$ <sup>1)</sup>. W wyniku wykonanych analiz określono orientacyjne wartości natężenia deszczu, które mogą być wykorzystywane przy projektowaniu odwodnień drogowych (tab. 1). Zostaną

<sup>1)</sup> W dalszym ciągu wartości te zostaną wykorzystane w przykładowym obliczeniowym dla celów porównawczych

<sup>\*)</sup> prof. dr hab. inż., Politechnika Gdańska  
<sup>\*\*)</sup> dr inż., EKOBUDEX, Gdańsk

one wykorzystane jako podstawa dalszych analiz. Przepływ można określić wzorem:

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

gdzie:

$q$  – wartość z tab. 1,

$F$  – powierzchnia zlewni,

$\psi$  – współczynnik retencji (zależnie od rodzaju przykrycia; w odwodnieniach drogowych na ogół  $\psi = 0,9^{2)}$ ,

$\zeta$  – współczynnik bezpieczeństwa (zalecana [2] wartość  $\zeta = 1,5^{3)}$ .

Podchodząc do zagadnienia w kategoriach strategicznych zasadnicze znaczenie posiada (i nadal będzie posiadać) ograniczenie do niezbędnego minimum sztucznych interwencji do naturalnego systemu spływu wód opadowych. Przeciwdziałanie konsekwencjom ograniczenia naturalnej zdolności retencji

elementów spowalniających spływ z „górnjej” części zlewni, jak naturalne i sztuczne zbiorniki oraz budowle piętrzące:

□ bezwzględne unikanie kanalizowania cieków i w miarę możliwości powtórne otwarcie cieków wcześniej zamkniętych w kanałach.

Oddzielny problem stanowią wcześniejsze istniejące, lecz obecnie zdewastowane bardzo ważne urządzenia osłonowe terenów zurbanizowanych (drenaże, rowy, stawy, odpowiednio przystosowane jeziora, spowalniająca spływ zabudowa denna cieków o dużym spadku podłużnym).

## Retencjonowanie wody

Podstawowym rozwiązaniem problemu wzrostu intensywności spływu wód opadowych jest obok zwiększenia zdolności retencyjnej samej zlewni od-

Zbiornik kryty ma przede wszystkim charakter typowo techniczny i jest predestynowany do stosowania tam, gdzie brak jest miejsca oraz w warunkach, gdy zbiornik o otwartym zwierciadle mógłby stać się źródłem określonych kłopotów. Więcej problemów wiąże się ze zbiornikami otwartymi – dość trudno jest w powszechnej świadomości zaakceptować to, że z zasady zbiornik nie będzie dekoracyjnym „oczkiem wodnym”, czy też zbiornikiem rekreacyjnym (a nawet czymś w rodzaju basenu pływakowego). Zbiornik retencyjny **musi** zawsze posiadać określoną rezerwę pojemności, cel dekoracyjny jest tu drugorzędny. Ewentualne wykorzystanie zbiornika dla celów rekreacyjnych wymaga szczególnych zabezpieczeń i na obszarach zurbanizowanych jest ze względu na brak dostatecznej rezerwy terenu raczej mało prawdopodobne. Inna sytuacja ma miejsce w przypadku zbiorników poza obszarem zurbanizowanym, na terenach dominujących w stosunku do niego.

Podsumowując stworzenie odpowiednich objętości retencyjnych jest jednym z możliwych sposobów regulacji przepustowości systemów zagospodarowania wód opadowych. Wymaga ono jednak zaangażowania znaczących środków z budżetu gminy. Ponadto pojawia się problem konieczności dysponowania odpowiednią rezerwą terenu. Dodatkowym czynnikiem jest konieczność wykraczania poza formalne granice administracyjne poszczególnych gmin. Niestety reformy po 1990 r. wyraźnie sprzyjały atomizacji struktur, wręcz zerwaniu wcześniejszej współpracy. Alternatywą może być ograniczenie przyspieszenia spływu przez odpowiednie rozwiązanie (obsiew) powierzchni dachowych. Do niedawna rozwiązanie to było ograniczone do małych obiektów, obecnie znajduje zastosowanie również przy dużych budowliach. Przykładem może być biblioteka w Eksjö (Szwecja), gdzie odpowiednie rozwiązanie konstrukcji dachowej pozwoliło uniknąć konieczności budowy specjalnego kolektora deszczowego (rys. 1<sup>4)</sup>).

**Tab. 1** Proponowane [2] wartości obliczeniowego natężenia deszczu dla zlewni drogowej

Czas trwania deszczu (min)	Natężenie (l/s · ha) dla prawdopodobieństwa p(%)			
	10	20	50	100
5	450	390	300	240
10	285	250	200	150
15	220	190	150	115

zlewni oraz w konsekwencji intensywności odpływu wód opadowych może być realizowane na kilku poziomach. To przede wszystkim:

□ odejście od wieloletniej praktyki dość dowolnego traktowania problemu wód opadowych przy ograniczeniu analiz do formalnych (administracyjnych) granic obszaru,

□ analizowanie występujących zjawisk i rozwiązywanie problemów w granicach zlewni hydrologicznej,

□ traktowanie zmiany naturalnej zlewni wód opadowych w kategoriach pewnej wyjątkowości,

□ bezwzględne przestrzeganie zasady zachowania sprawności takich

powiednia rozbudowa systemów zbiorników. Pozwalają one zarówno obniżyć wielkość napływu wód opadowych, jak też bezpośrednio odciążać już istniejące systemy. Ogólna zasada działania klasycznego zbiornika retencyjnego polega na przejęciu przepływu szczytowego i przetrzymaniu go aż do momentu obniżenia obciążenia systemu.

Zbiorniki wykonywane są jako otwarte, względnie zamknięte (kryte), naziemne lub podziemne. Szczególną grupę konstrukcji stanowią zbiorniki podziemne, wytwarzane w dwóch podstawowych wersjach – obiektu „punktowego” (jako jednokomorowe, względnie wielokomorowe w wielu różnych wersjach konstrukcyjnych [1]) lub „liniowego”. W tym ostatnim przypadku rolę zbiornika spełniają różne wersje z reguły wykonywanych technikami bezodkrywkowymi wielkośrednicowych (na ogół o średnicach od  $\varnothing 1,0$ – $04,0$  m, a nawet większe) rurociągów. Szczególnie interesujące są tu rozwiązania tokijskie – zbiorniki są wykonywane przede wszystkim pod powierzchniami parkingów.

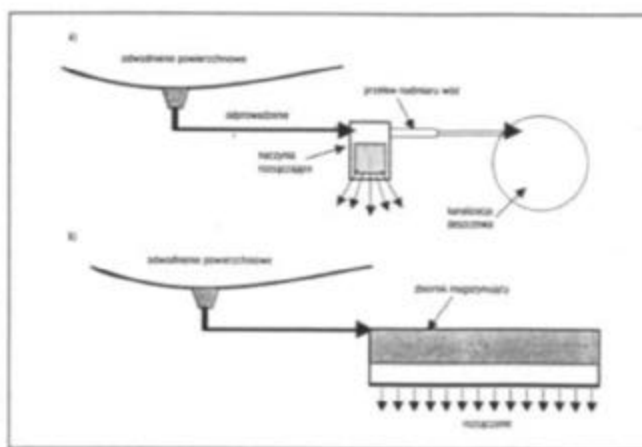
<sup>2)</sup> Wartość tą można traktować jako podstawę analiz dla obszarów o większej intensyfikacji wykorzystania

<sup>3)</sup> Przyjęcie tego założenia przybliży spełnienie zaleceń wytycznej ATV A118 (edycja 1999 – [3]), a w konsekwencji również normy EN 752; jednak dla warunków „górnjskich” i trudnego odpływu oraz znacznego potencjału szkody wskazane jest raczej zastosowanie większej wartości współczynnika bezpieczeństwa, np.  $\zeta = 2,0$

<sup>4)</sup> Zastosowanie obsiewu powierzchni dachowej pozwala na redukcję wartości współczynnika retencji  $\psi$  do 30–40% wartości początkowej (na ogół  $\psi = 0,9$ – $1,0$ ), konieczne jest natomiast odpowiednie zaprojektowanie i staranne wykonawstwo konstrukcji dachowej



Rys. 1 Biblioteka w Eksjö (Szwecja) jako przykład dużej budowli o dachu spawalniącym spływ wód opadowych (stadium pierwszych nasadzeń)



Rys. 2 Rodzaje zastosowań urządzeń rozsączających:  
a – jako odciążenie kanalizacji wód opadowych,  
b – jako samodzielne urządzenie przejmujące, magazynujące i rozsączające, niezależne od kanalizacji wód opadowych

## Infiltracja

Jednym spośród rozwiązań zastępczych w stosunku tradycyjnych jest infiltracja wód opadowych do gruntu. Posiada ona tę zaletę, że takie zagospodarowanie wód opadowych obok odciążenia urządzeń technicznych ogranicza zubażanie zasobów wód gruntowych i pozwala do pewnego stopnia zachować status quo.

lającego na jej przesiąknięcie do podłoża;

- zapewnienia odpowiednio dużej efektywnej powierzchni (netto) kontaktu nagromadzonej wody z podłożem gruntowym do którego jest ona wprowadzana;

- dostosowanie objętości do wodoprzepuszczalności konkretnego podłoża gruntowego<sup>5)</sup>.

- dla osiedli wiejskich roczny ( $p = 100\%$ ).

- dla osiedli miejskich dwuletni ( $p = 50\%$ ).

- dla obiektów w dzielnicach centralnych oraz ośrodkach produkcyjno-usługowych deszcz pięcioletni ( $p = 20\%$ ).

- dla obiektów szczególnych (takich jak np. ważne techniczne urządzenia podziemne, nisko posadowione obiekty centrów handlowych itp.) deszcz dziesięcioletni ( $p = 10\%$ ).

Tab. 2 Orientacyjne jednostkowe zapotrzebowanie na pojemność retencyjną urządzeń do infiltracji (dla natężeń  $q$  wg tab. 1,  $F = 1ha$ ,  $\psi = 0,9$  i  $\zeta = 1,5$ )

Czas trwania deszczu (min)	Objętość (m <sup>3</sup> ), dla prawdopodobieństwa p (%)			
	10	20	50	100
5	182	158	122	97
10	231	203	162	122
15	267	231	182	140

Postępowanie takie jest dopuszczalne przy czym zgodnie z formalnymi regulacjami prawnymi [4], konieczne jest ograniczenie zasięgu rozlewania, względnie funkcjonowania urządzeń do infiltracji, do granic konkretnej działki.

Infiltracja może być traktowana w dwóch aspektach – urządzenia odciążającego kanalizację i samodzielnego rozwiązania (rys. 2). W tej sytuacji przy projektowaniu bardzo ważne są następujące czynniki:

- posiadanie przez użyte elementy wystarczającej łącznej efektywnej pojemności retencyjnej, pozwalającej na przejęcie spływu powierzchniowego w sposób nie powodujący nadmiernych komplikacji na powierzchni terenu oraz zachowanie niezbędnego czasu pozwa-

Występując jako samodzielne rozwiązanie techniczne urządzenie do infiltracji musi przejmować i przetrzymać do czasu ukończenia przesiąkania stosunkowo duże objętości wody, wyniki przykładowych obliczeń dla jednostkowej powierzchni 1 ha podano w tab. 2.

Opierając się na zaleceniach dla odwodnień drogowych [2] jako miarodajny można przyjąć deszcz piętnastominutowy. Wychodząc z założeń wytycznej ATVA118 [3] będzie to opad:

<sup>5)</sup> Może to być wykonane bezpośrednio względnie pośrednio – np. poprzez zastosowanie odpowiedniej wartości współczynnika bezpieczeństwa v. dokumentacja firmy WAVIN oraz EKOBUDEX

<sup>6)</sup> Zbliżony efekt powoduje zastosowanie współczynnika bezpieczeństwa  $\zeta = 1,5$

Infiltracja może być rozwiązaniem stosowanym przy różnych warunkach gruntowych – przykładowo w wydawnictwie firmy WAVIN podane są informacje dotyczące również gruntów słabo przepuszczalnych (dla współczynnika wodoprzepuszczalności w granicach od  $k = 10^{-3}$  do  $k = 10^{-6}$  m/s, a więc rozpoczynając od piasku gruboziarnistego aż po piaski drobnoziarniste oraz piaski pylaste, gliniaste, mułki). Dla tych ostatnich zalecane jest 3–3,5-krotne zwiększenie liczby użytych elementów<sup>6)</sup>. W dokumentacji firmy EKOBUDEX przyjmuje się, że odległość dna urządzenia rozsączającego od najwyższego poziomu zwierciadła wody gruntowej wynosi co najmniej 1,0 m. Urządzenia powinny być umieszczane w bezpiecznej odległości od narażonej na ich oddziaływanie zabudowy – przykładowo firma WAVIN zaleca przyjmować dla budynków z izolacją minimalną odległość urządzenia od budynku równą 2,0 m, a w przypadku budynku bez izolacji – 5,0 m.

(dokończenie w następnym numerze)