

**Józef DZIOPAK**  
**Joanna HYPIAK**  
Politechnika Rzeszowska

## **ANALIZA METODOLOGII WYMIAROWANIA KANALIZACJI OGÓLNOSPŁAWNEJ**

W pracy przedstawiono pogląd na temat konieczności weryfikacji obecnie stosowanej metodologii wyznaczania miarodajnych przepływów ścieków deszczowych w kanalizacji. Porównano dwie metody wykorzystywane w Polsce i Niemczech, aby wykazać, że stosowanie metody granicznych natężeń (wg W. Błaszczyka) prowadzi do zaniżania przepływów obliczeniowych. Skutki niedoszacowania miarodajnych przepływów ścieków deszczowych kierowanych do kanalizacji mają różnorodne negatywne konsekwencje ekonomiczne, ekologiczne i społeczne.

### **1. Wprowadzenie**

Systemy odprowadzania ścieków z terenów zurbanizowanych należą do najdroższych inwestycji w ramach działającej infrastruktury sieciowej miast. Przy wymiarowaniu sieci oraz obiektów kanalizacyjnych uwzględnia się zasadniczy udział w bilansie ścieków deszczowych. Geometria kanałów deszczowych i ogólnospławnych ustalana jest zatem dla odprowadzanych ścieków deszczowych, których ilość przekracza co najmniej 10-krotnie, a nawet 100-krotnie strumień objętości pozostałych rodzajów ścieków.

Od wielu lat obserwuje się zjawisko częstego podtapiania sieci i terenu wokół kanałów, niż wynikałoby to z zasad przyjętych do ich projektowania na przepływy ustalone metodą granicznych natężeń, opartej na modelu Błaszczyka. Ponieważ skutki częstego działania kanalizacji pod ciśnieniem, zwłaszcza ogólnospławnej, mają duży wymiar ekonomiczny, ekologiczny i społeczny, autorzy artykułu, omawiając te kwestie, chcą się przyczynić do unowocześnienia metodologii i zachęcić do opracowania w Polsce odpowiednich wytycznych, na wzór niemieckich ATV. Wytyczne te powinny stanowić bazę, z której mogłyby korzystać wszystkie instytucje na kolejnych etapach realizacji inwestycji kanalizacyjnych, począwszy od planowania, poprzez projektowanie, zatwierdzanie, a na budowie i eksploatacji kończąc – zwłaszcza, że systemy kanalizacyjne budowane są obecnie na co najmniej 100 lat, a więc dla wielu przyszłych pokoleń.

## 2. Podstawy projektowania odwodnień w Polsce

Polskie przepisy prawne dosyć szczegółowo określają, kiedy i w jakiej ilości ścieki deszczowe powinny być poddawane oczyszczaniu. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2006 roku mówi o obowiązku oczyszczania ścieków opadowych i roztopowych w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej  $15 \text{ dm}^3/\text{s}$  na  $1 \text{ ha}$  powierzchni uszczelnionej, natomiast z powierzchni szczelnej obiektów dystrybucji i magazynowania paliw – dla strumienia odpływu powstającego z opadów o częstości występowania jeden raz w roku i czasie trwania  $15 \text{ min}$ , lecz o natężeniu nie mniejszym niż  $77 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$  [1]. Z kolei pozostałe wody opadowe i roztopowe (niewymienione wcześniej) mogą być wprowadzane do wód i ziemi bez uprzedniego oczyszczania.

Obliczenia strumienia objętości ścieków deszczowych oparte są na danych dotyczących czasu trwania opadu, jego intensywności oraz wysokości. Ważnym czynnikiem jest też charakterystyka zlewni, której dotyczy odwodnienie. W dobie intensywnych zmian idących w kierunku postępującej urbanizacji i rozwoju infrastruktury technicznej oraz niekorzystnych, niekiedy tragicznych w skutkach, zjawisk opadowych każdy system wymaga indywidualnego rozpatrzenia.

W obliczeniach zlewnie różnicuje się ze względu na zagospodarowanie terenu, ukształtowanie powierzchni oraz rodzaj nawierzchni, za pomocą współczynnika spływu powierzchniowego, który określa zdolność danej zlewni do odprowadzania wód. Jest on również określany jako stosunek ilości odpływu do ilości opadu na daną powierzchnię. Wartość tego współczynnika (tab. 1.) zależy głównie od rodzaju zabudowy, udziału powierzchni uszczelnionej, spadku terenu oraz czasu i częstości występowania opadu [2].

W przypadku powierzchni cząstkowych o różnych współczynnikach spływu oblicza się zastępczy współczynnik dla tej zlewni:

$$\psi = \frac{F_1 \cdot \psi_1 + F_2 \cdot \psi_2 + \dots + F_n \cdot \psi_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (1)$$

gdzie:  $F_1, F_2 \dots F_n$  – zlewnie cząstkowe, ha,

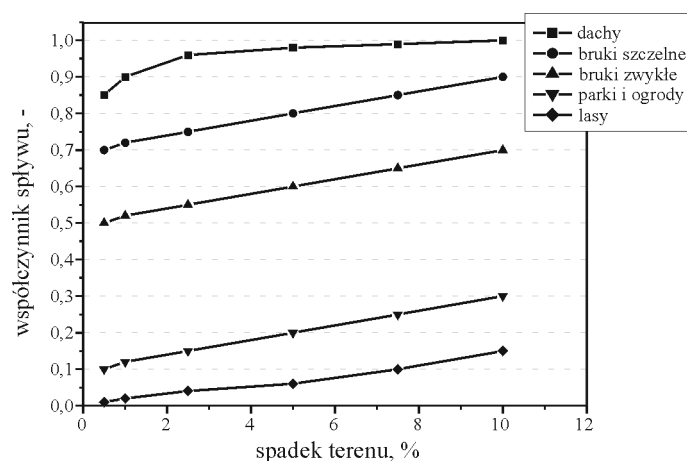
$\psi_1, \psi_2 \dots \psi_n$  – wartości współczynnika spływu dla danej powierzchni [2].

W miarę dokładne wartości współczynnika spływu można uzyskać na terenach już zagospodarowanych. Na etapie planowania możliwe są jedynie przybliżone obliczenia. Niekiedy nawet niewielka zmiana wartości współczynnika spływu powierzchniowego może mieć znaczny wpływ na końcową ilość spływu deszczowego, na co zwrócono uwagę w komentarzu do wytycznej [3]. Dlatego w obliczeniach zaleca się również uwzględniać spadek terenu. Zależność warto-

ści współczynnika spływu powierzchniowego od spadku terenu przedstawiono na rys. 1. [4].

Tabela 1. Wartości współczynnika spływu w zależności od rodzaju nawierzchni, na podstawie [2]

Rodzaj terenu	Współczynnik spływu
Dachy kryte papą lub blachą	0,90÷0,95
Teren utwardzony	0,90
Kostka	0,80÷0,85
Asfalt	0,80÷0,90
Kamień	0,75÷0,85
Żwir, drogi żwirowe	0,15÷0,30
Zabudowa miejska gęsta	0,70÷0,80
Zabudowa zwarta	0,50÷0,70
Zabudowa luźna	0,30÷0,50
Zabudowa jednorodzinna, willowa	0,25÷0,30
Teren niezabudowany	0,10÷0,25
Parki, łąki, tereny rekreacyjne	0,00÷0,15
Tereny zielone	0,00÷0,10



Rys. 1. Zmiana wartości współczynnika spływu ze względu na spadek terenu, na podstawie [4]

Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu określa, ile razy w ciągu 100 lat wystąpi opad o danym natężeniu. Wiąże się to oczywiście z możliwością przekroczenia obliczeniowych wielkości [5]. Bardzo często używa się zamiennie

pojęcia częstotliwość ( $c$ , rok<sup>-1</sup>) występowania deszczu, którą określa się z zależności:

$$c = \frac{p}{100\%} \quad (2)$$

gdzie  $p$  oznacza prawdopodobieństwo pojawienia się opadu, %.

Tabela 2. Częstości występowania deszczu obliczeniowego zalecane przez normę PN-EN 752

Częstość deszczu obliczeniowego, 1 raz na $C$ lat	Kategoria standardu odwodnienia terenu (lokalizacja terenu, warunki eksploatacji, rodzaj zagospodarowania terenu)
1 na 1	tereny wiejskie
1 na 2	tereny mieszkaniowe
1 na 2 1 na 5	śródmieścia, tereny usług i przemysłu: – z kontrolą wystąpienia wylania, – bez kontroli wystąpienia wylania
1 na 10	podziemne przejścia i przejazdy pod ulicami, metro itp.

Ze względu na brak odpowiedniej metody, która pozwoliłaby na „bezpieczny” dobór wartości częstości ( $C$ , lata) wystąpienia opadu w wyborze metody wskazane jest uwzględnienie konkretnych warunków lokalnych. Zalecenia dotyczące przyjmowania różnych wartości częstości wystąpienia opadu przedstawia norma PN-EN 752 (tab. 2.).

### 3. Sposoby obliczania miarodajnego natężenia deszczu do wymiarowania odwodnień

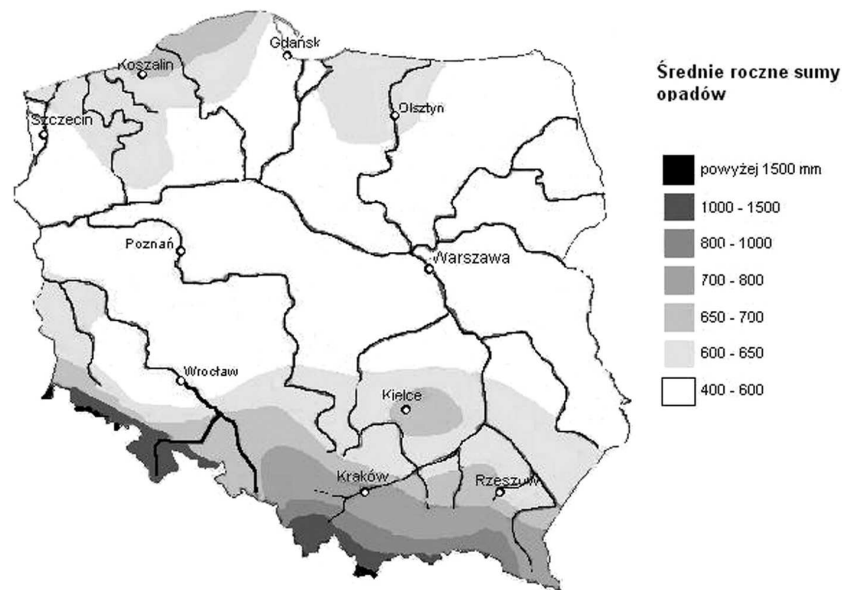
W Polsce do ustalania strumienia objętości ścieków deszczowych najczęściej stosuje się metodę natężeń granicznych. Metoda ta polega na obliczaniu natężenia deszczu w określonych punktach sieci kanalizacyjnej, które jest miarodajne dla odcinka znajdującego się powyżej [4]. Z kolei wielkość natężenia określana jest na podstawie czasu trwania opadu, który stanowi czas przepływu siecią kanalizacyjną (od początku kanału do punktu obliczeniowego), czas koncentracji terenowej i czas retencji kanałowej, przy czym nie może być on krótszy niż 10 min. Trwanie przepływu ścieków siecią kanalizacyjną jest zależnością wynikającą z długości kanału, średniej prędkości przepływu, a zatem zależy głównie od spadku kanału na danym odcinku. Czas retencji kanałowej i czas koncentracji terenowej są z reguły przyjmowane umownie.

W zależności od formuły, na podstawie której będą obliczane natężenia opadów, otrzymuje się różne wartości spływu obliczeniowego. O znaczeniu wzorów stosowanych do określenia opadu miarodajnego wypowiadano się w wielu pracach [6÷9]. W Polsce podstawową formułą stosowaną do określania natężenia jednostkowego spływu powierzchniowego ścieków deszczowych ze zlewni zurbanizowanej do kanalizacji jest wzór Błaszczyka:

$$q_{dm} = \frac{6,631 \cdot \sqrt[3]{H^2 \cdot C}}{t_{dm}^{2/3}} \quad (3)$$

gdzie:  $q_{dm}$  – natężenie opadu deszczu obliczeniowego,  $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$ ,  
 $H$  – wysokość opadu rocznego, mm,  
 $C$  – częstość występowania deszczu miarodajnego, rok,  
 $t_{dm}$  – czas trwania deszczu miarodajnego, min.

Formuła (3) powstała w 1954 roku na podstawie 67 lat badań opadów na zlewni warszawskiej. Konieczna jest tutaj znajomość wysokości średniego opadu rocznego  $H$ , mm (rys. 2.) oraz określenie częstości wystąpienia deszczu na danym terenie.



Rys. 2. Roczne sumy opadów w Polsce, na podstawie [10]

Metoda natężeń granicznych należy do grupy metod uproszczonych, które znajdują zastosowanie w projektowaniu odwodnienia na małej zlewni. Metodą stosowaną w Niemczech, również dla niewielkich systemów, jest metoda współczynnika opóźnienia. W tym przypadku stosowanie tej metody ograniczone jest do terenów nie większych niż 200 ha lub gdy czas przepływu nie przekracza 15 min.

Natężenia deszczu miarodajnego oblicza się z zależności Reinholda:

$$q = q_{15;1} \cdot \frac{38}{T + 9} (\sqrt[4]{C} - 0,3684) \quad (4)$$

gdzie:  $q_{15;1}$  – natężenia deszczu 15-minutowego o częstości  $C = 1$  rok,  $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$ ,

$T$  – czas trwania deszczu, min,

$C$  – częstość wystąpienia opadu, rok.

Natężenie deszczu wzorcowego dla konkretnych terenów  $q_{15;1}$  można odczytać z mapy opadów, jaką stanowi atlas KOSTRA.

W metodzie współczynnika opóźnienia nie uwzględnia się, w przeciwieństwie do metody natężeń granicznych, czasu retencji kanałowej ani koncentracji terenowej, wobec czego czas trwania deszczu jest tutaj równy czasowi przepływu. Bazowym deszczem jest opad 15-minutowy, jednak dla zlewni o większych spadkach do obliczeń przyjmuje się krótsze czasy (tab. 3.).

Tabela 3. Minimalny czas trwania deszczu w zależności od średniego pochylenia oraz udziału powierzchni umocnionych, na podstawie [3]

Średni spadek terenu	Stopień uszczelnienia	Minimalny czas trwania deszczu	Deszcz obliczeniowy
< 1%	≤ 50%	15 min	$q_{15}$
	> 50%	10 min	$q_{10}$
Od 1% do 4%	> 0%	10 min	-
> 4%	≤ 50%	10 min	-
	> 50%	5 min	$q_5$

W omawianej metodzie zdolność odprowadzania wód opadowych przez daną powierzchnię określana jest za pomocą współczynnika spływu szczytowego  $\psi_s$  (tab. 4.), którego wartość zależy od:

- procentowego udziału powierzchni umocnionych,
- nachylenia terenu,
- natężenia i czasu trwania deszczu.

Tabela 4. Zalecane szczytowe współczynniki spływu dla różnych natężeń deszczu o czasie trwania 15 min (dla metod czasu przepływu), na podstawie [3]

Udział powierzchni umocnionych, %	Spadek terenu											
	< 1%			od 1% do 4%			od 4% do 10%			> 10%		
	dla natężenia deszczu $q_{15}$ (dm <sup>3</sup> /s · ha)											
	100	130	180	100	130	180	100	130	180	100	130	180
0	0,00	0,00	0,10	0,10	0,15	0,30	0,15	0,20	(0,45)	0,20	0,20	(0,55)
10	0,09	0,09	0,19	0,18	0,23	0,37	0,23	0,28	0,50	0,28	0,37	(0,59)
20	0,18	0,18	0,27	0,27	0,31	0,43	0,31	0,35	0,55	0,35	0,43	0,63
30	0,28	0,28	0,38	0,35	0,39	0,50	0,39	0,42	0,60	0,42	0,50	0,68
40	0,37	0,37	0,44	0,44	0,47	0,56	0,47	0,50	0,65	0,50	0,56	0,72
50	0,46	0,46	0,53	0,52	0,55	0,63	0,55	0,58	0,71	0,58	0,63	0,76
60	0,55	0,55	0,61	0,60	0,63	0,70	0,62	0,65	0,76	0,65	0,70	0,80
70	0,64	0,64	0,70	0,68	0,71	0,76	0,70	0,72	0,81	0,72	0,76	0,84
80	0,74	0,74	0,78	0,77	0,79	0,83	0,78	0,80	0,86	0,80	0,83	0,87
90	0,83	0,83	0,87	0,86	0,87	0,89	0,86	0,88	0,91	0,88	0,89	0,93
100	0,92	0,92	0,95	0,94	0,95	0,96	0,94	0,95	0,96	0,95	0,96	0,97

Wobec przedstawionych założeń wartości współczynnika spływu określonego w metodzie natężeń granicznych i współczynnika spływu szczytowego w metodzie współczynnika opóźnienia mogą się znacznie różnić. W publikacjach naukowych niejednokrotnie wykazywano, że wartości natężenia deszczu miarodajnego, obliczane według metody natężeń granicznych z zastosowaniem wzoru Błaszczyka, dają z reguły zaniżone wyniki w porównaniu z opadem obliczonym metodą współczynnika opóźnienia [6÷9]. Ma to swoje konsekwencje w doborze średnic oraz podczas eksploatacji sieci, gdzie częściej może dochodzić do przepełnienia sieci, a w konsekwencji do wylania się ścieków na powierzchnię terenu, w tym także do podtopienia posesji.

#### 4. Wymiarowanie obiektów specjalnych na kanalizacji ogólnospławnej

Przelewy służą do zmniejszania strumienia przepływu w kanale sieci ogólnospławnej w okresie intensywnych opadów. W Polsce obowiązującym dokumentem jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2006 roku [1], gdzie określono dopuszczalną liczbę zrzutów ścieków z przelewu kanalizacji ogólnospławnej na poziomie 10 razy w roku. Podstawą do określenia częstości zrzutów mają być dane pochodzące z obserwacji opadów z okresu nie krótszego niż 10 lat lub wyniki obserwacji działających przelewów burzowych z okresu przynajmniej dwuletniego. W przypadku braku danych zrzut do odbiornika może nastąpić pod warunkiem zapewnienia przed przelewem czterokrotnego rozcieńczenia ścieków „sanitarnych” ściekami opadowymi.

Niemieckie wytyczne dotyczące wymiarowania przelewów burzowych różnią się od tych stosowanych w Polsce. Zasady projektowania zawarto w wytycznej ATV A-128 z 1992 roku. Metodyka obliczeń nie opiera się tutaj na krotności zrzutu. Wytyczna A-128 posługuje się pojęciem spływu krytycznego, który musi być w całości odprowadzony do znajdującego się poniżej zbiornika retencyjno-przelewowego lub retencyjno-odciążającego. Spływ krytyczny wynosi od 7,5 do 15 dm<sup>3</sup>/s · ha i wyznacza się go z zależności [11]:

$$r_{krit} = \frac{15 \cdot 120}{t_f + 120}, \text{ dla } t_f \leq 120 \text{ min} \quad (5a)$$

$$r_{krit} = 7,5, \text{ dla } t_f > 120 \text{ min} \quad (5b)$$

gdzie:  $r_{krit}$  – spływ krytyczny, dm<sup>3</sup>/s · ha,  
 $t_f$  – czas przepływu ścieków deszczowych siecią kanalizacji ogólnospławnej położonej powyżej przelewu burzowego, min.

Ponadto podczas gdy rozcieńczenie ścieków sanitarnych na przelewie przyjmowane jest w Polsce na poziomie od 2. do 6., to w warunkach niemieckich nie może być ono mniejsze od poziomu 7. Współczynnik rozcieńczenia ścieków według A-128 oblicza się ze wzoru [11]:

$$m_{R0} = \frac{c_t - 180}{60} \quad (6)$$

gdzie:  $m_{R0}$  – współczynnik rozcieńczenia,  
 $c_t$  – stężenie zanieczyszczeń transportowanych przez ścieki, mg ChZT/dm<sup>3</sup>.

Oprócz wymagań ilościowych analizie poddawane są również aspekty jakościowe ścieków. Wielkość stężenia zanieczyszczeń transportowanych ze ściekami ma również bezpośredni wpływ na stopień rozcieńczenia ścieków, co opisują zależności [11]:

$$m_{R0} = 7, \text{ dla } c_t \leq 600 \text{ mg/dm}^3 \quad (7a)$$

$$m_{R0} > 7, \text{ dla } c_t > 600 \text{ mg/dm}^3 \quad (7b)$$

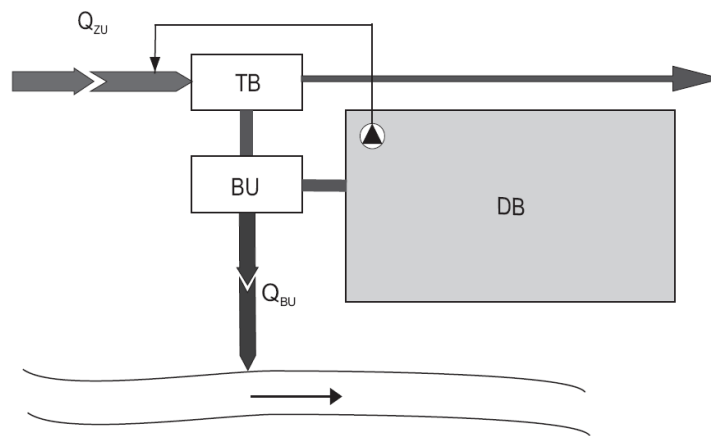
Budowlami pełniącymi rolę odciążającą na kanalizacji ogólnospławnej są zbiorniki przelewowe, które muszą spełniać te same warunki dotyczące zrzutów ścieków do odbiornika, co przelewy burzowe. Do zadań zbiorników przelewowych, oprócz ochrony wód odbiornika, należy zapewnienie stałego dopływu



ścieków na oczyszczalnię. Natomiast sama pojemność zbiornika zależy głównie od [12]:

- wielkości opadu rocznego,
- stężenia ładunku ChTZ w ściekach,
- topografii zlewni.

Budowle te stosowane są jako obiekty końcowe (rys. 3.), przepływowe lub zespolone. Sytuuje się je na kanałach głównych lub w obejściu bocznym (tzw. zbiorniki bocznikowane). Wyposażone są w przelew (separator) *TB* regulujący odpływ określonej ilości ścieków ogólnospławnych do oczyszczalni oraz w przelew *BU* odprowadzający nadmiar ścieków (zrzut burzowy) do odbiornika. Przelew *BU* zaczyna działać, gdy zbiornik *DB* jest całkowicie wypełniony. Zależą zbiorników bocznikowanych jest to, że odpływ ścieków ogólnospławnych (dławiony odpływ z przelewu), omijając zbiornik, jest kierowany bezpośrednio na oczyszczalnię ścieków.



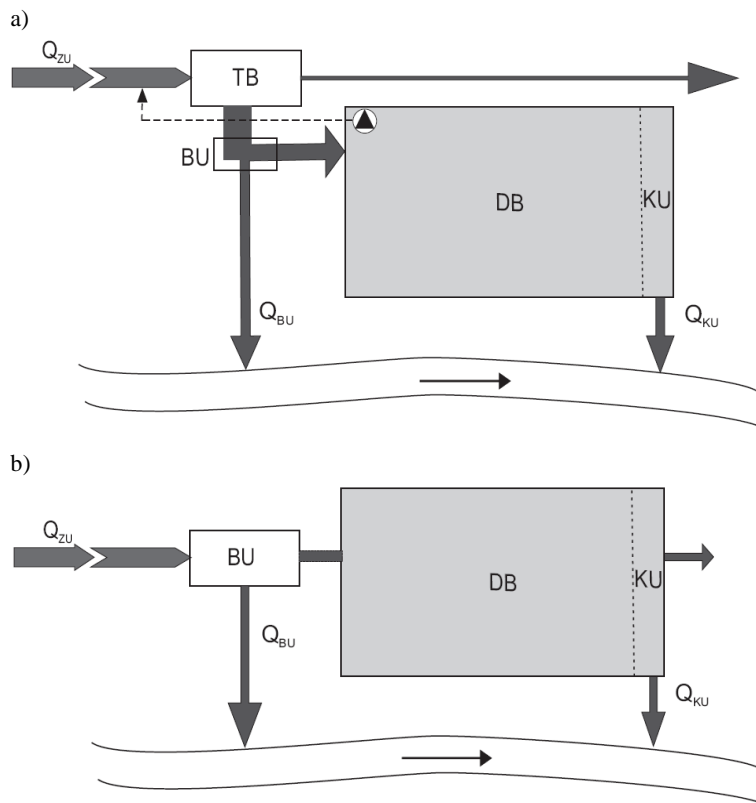
Rys. 3. Zbiornik przelewowy końcowy usytuowany na kanale bocznym;  $Q_{zu}$  – ścieki dopływające do zbiornika,  $Q_{BU}$  – ścieki odpływające z przelewu zbiornikowego, *TB* – separator, *BU* – przelew zbiornikowy, *DB* – zbiornik przepływowy bocznikowany

Do rozdzielania strugi ścieków stosuje się komory rozdzielcze w postaci separatorów *TB* [11, 12]. Zbiorniki przepływowe posiadają dodatkowo przelew ścieków sklarowanych, który odprowadza je bezpośrednio do odbiornika w pierwszej kolejności, jako oczyszczone mechanicznie ścieki ogólnospławne. Schematy zbiorników przepływowych przedstawiono na rys. 4. Przykłady wymiarowania zbiornika przelewowego bocznikowanego według metodyki ATV A-128 przedstawiono w niemieckiej wytycznej [11].

Odptyw ścieków ze zbiornika w kierunku oczyszczalni według założeń ATV A-128 powinien wynosić od 2,3 do 2,9 dopływu ścieków do zbiornika w czasie pogody bezdeszczowej:

$$Q_{odp} = n \cdot Q_{zu\ bd} \quad (8)$$

gdzie:  $Q_{odp}$  – odptyw ze zbiornika w kierunku oczyszczalni,  $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$ ,  
 $n$  – współczynnik zwiększający (od 2,3 do 2,9), -,  
 $Q_{zu\ bd}$  – dopływ przy pogodzie bezdeszczowej,  $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$ ; przez dopływ przy pogodzie bezdeszczowej należy rozumieć dopływ ścieków sanitarnych powiększony o ilość wód przypadkowych.



Rys. 4. Zbiornik przepływowy: a) bocznikowany, b) na kanale głównym;  $Q_{zu}$ ,  $Q_{BU}$ ,  $TB$ ,  $BU$ ,  $DB$  – opisy jak na rys. 3.,  $Q_{KU}$  – ścieki sklarowane odpływające do odbiornika,  $KU$  – przelew ścieków sklarowanych

## 5. Analiza porównawcza metod projektowania odwodnień

Najnowsze trendy w projektowaniu systemów odwodnień odchodzą od założeń stosowanych wcześniej, które zmierzały do odprowadzania całkowitej ilości ścieków deszczowych ze zlewni bezpośrednio do odbiornika. Okazało się, że może to powodować niszczenie koryt małych rzek oraz zanieczyszczanie wód odbiorników, na co zwracano uwagę wielokrotnie, np. w pracy [13]. Coraz częściej prowadzi się badania dążące do ustalenia m.in. możliwości infiltracyjnych gruntów w celu zasilania wód podziemnych wodami opadowymi. Jednak w praktyce stosowanie urządzeń do rozsączania czy retencji wód opadowych w kraju należy niestety do rozwiązań sporadycznych.

Nawiązując natomiast do metod obliczania przepływu ścieków deszczowych, wykazano, że za pomocą metody natężeń granicznych otrzymuje się zaniżone wartości obliczeniowych przepływów ścieków deszczowych, co w rezultacie prowadzi do doboru zbyt małych przekrojów kanałów, co zostało potwierdzone w wielu publikacjach, np. [6÷9, 14].

Różnice można również dostrzec w metodyce postępowania podczas projektowania kanalizacji. Przykładem może być chociażby sposób doboru współczynnika spływu. W Polsce niekiedy wystarczy dany teren zidentyfikować pod względem rodzaju nawierzchni (i spadku), podczas gdy u sąsiadów zza Odry konieczna jest także znajomość, oprócz udziału powierzchni uszczelnionych i spadku, wartości natężenia deszczu bazowego ( $q_{15,1}$ ). Większa liczba analizowanych czynników pozwala na bardziej precyzyjne określanie wartości tego współczynnika dla określonych danych, zależnych od warunków lokalnych.

Oprócz metodyki obliczania natężenia deszczu należy zastanowić się nad odpowiednością oraz zakresem stosowania metod uproszczonych. Niemiecka wytyczna dopuszcza do stosowania proste metody jedynie w przypadku małych zlewni, tj. do 200 ha. Natomiast przy projektowaniu kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej w zlewniach większych od podanej należy bezwzględnie korzystać z metod hydrodynamicznych.

Podstawą projektowania przelewów burzowych w Polsce jest liczba zrzutów w ciągu roku oraz odpowiedni stopień rozcieńczenia ścieków sanitarnych ściekami deszczowymi. Krotność działania przelewu jest uznawana za właściwy parametr kontroli działania obiektów odciażających [15], jednak tylko w przypadku, gdy dysponuje się odpowiednimi danymi dotyczącymi zmienności opadów oraz częstości działania przelewów już istniejących. Zaprojektowanie przelewu na określoną liczbę zrzutów, nie dysponując niezbędnymi do tego instrumentami oraz nie mając zaproponowanej przez ustawodawcę odpowiedniej do tego celu metody, staje się rzeczą niemalże nieosiągalną [5, 13, 15].

W Niemczech w przypadku obliczeń przelewów kluczowe jest odprowadzanie w kierunku oczyszczalni odpływu krytycznego ścieków, który powinien zapewnić wymagane minimalne rozcieńczenie. Przy określaniu współczynnika rozcieńczenia bierze się pod uwagę wielkość ładunku zanieczyszczeń transpor-

towanych przez ścieki, wyrażoną w  $\text{mg ChZT/dm}^3$  – im większe jest stężenie, tym większe jest rozcieńczenie ścieków [11]. Krotność działania przelewu w przypadku budowli odciażających (także zbiorników przelewowych) nie jest parametrem wpływającym na wymiarowanie prostymi metodami obliczeniowymi, ale też przy prowadzeniu symulacji wieloletniej. Ponadto, jak wskazano w pracy [5], liczba zrzutów na budowlach odciażających zaprojektowanych według wytycznych ATV jest praktycznie zawsze większa niż 10 w ciągu roku.

Wytyczna A-128 dopuszcza stosowanie przelewów burzowych jedynie wtedy, gdy poniżej usytuowany jest zbiornik retencyjno-przelewowy. Zastosowanie zbiorników tego typu umożliwia uniknięcie konieczności budowy zbiornika uśredniającego przed oczyszczalnią oraz daje dodatkową ochronę wód odbiornika przed zanieczyszczeniami [5].

## 6. Podsumowanie

Prawidłowe stosowanie zalecanych częstości projektowych deszczu obliczeniowego wymaga zarówno zastosowania odpowiedniej metody obliczeniowej, jak i przyjęcia odpowiedniego obciążenia opadem. Ze względu na fakt, że wiele krajów europejskich korzysta z niemieckich wytycznych i metod projektowania częstości wystąpienia opadu przedstawione w PN-EN 752 dostosowane zostały do obliczeń według Reinholda. Obliczane natężenia deszczu według metody natężeń granicznych, w porównaniu z wielkościami obliczanymi metodą współczynnika opóźnienia, są niekiedy znacznie mniejsze, co ma wpływ na zaniżanie wartości strumienia deszczu miarodajnego do wymiarowania kanałów. Ma to swoje konsekwencje przy doborze średnic kanałów, a zwłaszcza podczas eksploatacji sieci.

W Polsce istnieje bardzo poważna trudność w dostępie do danych o opadach. W Niemczech projektanci korzystają z atlasu opadów KOSTRA, który jest wynikiem długoletnich obserwacji. Jest on doskonałym źródłem, z którego można czerpać dane o opadach, odpowiednie dla danego terenu. Podjęcie prac nad stworzeniem odpowiednika niemieckiego atlasu KOSTRA pozwoliłoby na urealnienie podstaw wymiarowania odwodnień w Polsce.

Należy również podkreślić, że w Polsce istnieje nie do końca klarowny sposób wymiarowania budowli odciażających. Ze względu na ograniczony dostęp do odpowiednich danych trudno jest dokonać zapewnienia, że zrzutów z danego przelewu nie będzie więcej niż 10 w roku. Niewątpliwie pomocnym działaniem byłoby określenie przez ustawodawcę konkretnej metody do wymiarowania budowli bądź rezygnacja z ograniczenia krotności zrzutu do 10 w ciągu roku na korzyść parametrów, które mogą rzeczywiście mieć wpływ na jakość wód odbiorników.

## Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.
- [2] Błaszczyk W., Roman M., Stamatello H.: *Kanalizacja*, t. I, Wydawn. Arkady, Warszawa 1983.
- [3] Schmitt T.G.: *Kommentar zum Arbeitsblatt A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen”*, DWA, Hennef 2000, Wydawn. Seidel-Przywecki, Warszawa 2007.
- [4] Edel R.: *Odwodnienie dróg*, WKŁ, Warszawa 2006.
- [5] Nalaskowski J.: *Kanalizacja ogólnospławna – czy nie zbyt szybko „spisana na zapomnienie”?*, Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „INFRAEKO 2009” pod patronatem Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, Niepołomice 2009.
- [6] Kotowski A.: *Dyskusja nad zaleceniami normy PN-EN 752 odnośnie zasad wymiarowania odwodnień terenów w Polsce*, VI Zjazd Kanalizatorów Polskich „POLKAN’07”, Łódź 6-7 grudnia 2007 r., Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 46, 2007, s. 27÷37.
- [7] Kotowski A.: *O potrzebie dostosowania zasad wymiarowania kanalizacji w Polsce do wymagań normy PN-EN 752 i zaleceń Europejskiego Komitetu Normalizacji*, GWiTS, 6(LXXX), s. 20÷26.
- [8] Kaźmierczak B., Kotowski A.: *Analiza porównawcza wzorów na natężenie deszczy do projektowania kanalizacji*, Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna pod patronatem Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, „INFRAEKO 2009”, s. 101÷115.
- [9] Kotowski A., Kaźmierczak B.: *Ocena przydatności dotychczasowych wzorów na natężenie opadów deszczowych do projektowania odwodnień terenów w Polsce*, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 11/2009, s. 11÷17.
- [10] <http://maps.igipz.pan.pl>.
- [11] ATV DVWK A–128: *Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regenwasserentlastungen in Mischwasserkanälen*, 1992.
- [12] Imhoff K., Imhoff K.R.: *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik*. Wydawn. Arkady, Warszawa 1996, s. 13, 42, 43.
- [13] Suligowski Z.: *Infrastruktura kanalizacyjna w gospodarce komunalnej*, Wydawn. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2006.
- [14] Hypiak J.: *Porównanie zasad wymiarowania kanalizacji ogólnospławnej w Polsce i w Niemczech na przykładzie zlewni miejskiej*, Rzeszów 2009 (praca niepublikowana).
- [15] Dąbrowski W.: *Strategia postępowania z przelewami burzowymi*, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 6, 2007.

## **ANALYSIS OF METHODOLOGY OF COMBINED SEWAGE SYSTEMS DIMENSIONING**

### **S u m m a r y**

The work presents a view referring to a necessity of verification a currently used methodology of evaluating of rainwater flow in sewerage. The methods of sewage system dimensioning used in Poland and Germany are compared to demonstrate, that using the limited intensity methods (by Błaszczyk's formula) leads to underrating computational flows. The effects of underestimating of rainwater flow led to a sewerage, have many negative consequences: economic, ecological and social as well.

*Złożono w Oficynie Wydawniczej w kwietniu 2010 r.*