

**Dobór urządzeń oczyszczających ścieki deszczowe ( separatorów lub osadników wielostrumieniowych) i przykłady obliczeń zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dn. 24.07.2006 w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy odprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska naturalnego ( Dz.U. Nr 137, poz. 984)**

Pod względem toku obliczeń projektowych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 24.07.2006 rozróżnia się **DWIE** kategorie zlewni dla których wykonywać należy różnego rodzaju obliczenia.

Treść § 19. 1.2 i 3 Rozporządzenia:

„§ 19. 1. Wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne pochodzące:

- 1) z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, miast, budowli kolejowych, dróg zaliczanych do kategorii dróg krajowych, wojewódzkich i powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej 15 l na sekundę na 1 ha,
  - 2) z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, w ilości, jaka powstaje z opadów o częstotliwości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut, lecz w ilości nie mniejszej niż powstająca z opadów o natężeniu 77 l na sekundę na 1 ha
- wprowadzane do wód lub do ziemi nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/l zawiesin ogólnych oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych.

2. Wody opadowe lub roztopowe pochodzące z powierzchni innych niż powierzchnie, o których mowa w ust. 1, mogą być wprowadzane do wód lub do ziemi bez oczyszczania.

3. Odpływ wód opadowych i roztopowych w ilościach przekraczających wartości, o których mowa w ust. 1, może być wprowadzany do odbiornika bez oczyszczania, a urządzenie oczyszczające powinno być zabezpieczone przed dopływem o natężeniu większym niż jego przepustowość nominalna.”

Celem obliczeń jest ustalenie :

- przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$
- przepływu przez separator  $Q_{15}$  lub  $Q_{77}$ - przepływy te wynikają bezpośrednio z zapisów § 19. 1 Rozporządzenia
- proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  w stosunku do przepływu przez separator  $Q_{15}$  lub  $Q_{77}$
- sprawności separatora oraz współczynnika separacji danego separatora w celu weryfikacji dopuszczalnych przez § 19. 1. stężeń zawiesiny i substancji ropopochodnych na odpływie do odbiornika

**1. Tok obliczeń według (§19.1.1.) Rozporządzenia , czyli z powierzchni szczelnych takich terenów jak:**

- powierzchnie szczelne przemysłowe,
- składowe
- bazy transportowe,
- porty,
- lotniska,
- miast,
- budowle kolejowe,
- drogi zaliczane do kategorii krajowych i wojewódzkich oraz powiatowych klasy G,
- parkingi o powierzchni powyżej 0,1 ha

Jako przykłady do obliczeń wybrano dwie zlewnie:

1.1 Zlewnia  $F = 40$  ha, wydłużona , o małych spadkach  $n=4$

1.2 Zlewnia  $F = 10$  ha, zwarta –kształt zbliżony do koła, o większych spadkach  $n=8$

Celem obliczeń jest ustalenie :

- 1.1.1 przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$
- 1.1.2 przepływu przez separator  $Q_{15}$  -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 .1 Rozporządzenia
- 1.1.3 proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  w stosunku do przepływu przez separator  $Q_{15}$

## Przykład 1

### Zlewnia F=40 ha, wydłużona, o małych spadkach n=4

#### 1.1.1 Obliczenie przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora $Q_{ocz}$

Dla większości zastosowań przy projektowaniu systemu kanalizacji deszczowej dla zlewni o powierzchni mniejszej niż 50 ha, w polskiej praktyce projektowej oraz zgodnie z wytycznymi Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie oraz literaturą przedmiotu ( np. Zasady planowania i projektowania systemów kanalizacyjnych w aglomeracjach miejsko-przemysłowych i dużych miastach. Praca zbiorowa pod red. P. Błaszczyka, Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa 1983 ) jako miarodajny czas trwania deszczu przyjmuje się opad trwający 15 minut z prawdopodobieństwem wystąpienia  $p = 20\%$  ( raz na 5 lat). Możliwe jest ustalenie innych wartości prawdopodobieństwa i czasu trwania deszczu miarodajnego według indywidualnych ustaleń lub doświadczeń projektanta. Wtedy należy korzystać wzoru:

$$q = \frac{6,63 \sqrt[3]{H^2 \cdot C}}{t^{0,67}} \quad [(l/s)/ha]$$

gdzie:

C- okres, w którym występuje jednorazowe przekroczenie danego natężenia opadu [lata]

H- średni roczny opad [mm]

t - czas trwania opadu [min]

Wzór ten dla przeciętnego opadu w Polsce środkowej  $H=600$  mm przyjmuje postać:

$$q = \frac{470 \sqrt[3]{C}}{t^{0,67}} \quad [(l/s)/ha]$$

a wartości natężenia deszczu miarodajnego  $q$  dla zalecanych wartości  $t=15$  min i różnych prawdopodobieństw występowania opadu % wynoszą jak w tabeli poniżej

p % prawdopodobieństwo wystąpienia deszczu	Czas trwania deszczu w min $t_m$	Natężenie deszczu miarodajnego w l/sxha $q_m$
100	15	77
20	15	131
5	15	209,6

Dla naszych celów przyjmujemy natężenie deszczu miarodajnego 131 l/s x ha.

Obliczenia przeprowadzono dla zlewni  $F = 40$  ha, wydłużonej, o małych spadkach.

$$Q = F \times q \times \varphi \times \psi \quad [l/s]$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ ha ] = 40 ha

q – natężenie deszczu miarodajnego [ l/(s x ha) ] = 132,1 l/s x ha –deszcz raz na 5 lat

$\varphi$  – współczynnik opóźnienia wyznaczony ze wzoru

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

n – współczynnik zależny od kształtu i spadku zlewni = 4 – zlewnia wydłużona, o małych spadkach

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{40}} = \frac{1}{2,515} = 0,40$$

wartości n od 2 do 8  
 dla zlewni wąskich i płaskich –wartości niższe  
 dla zlewni zwartych i o dużych spadach –wyższe wartości  
 dla naszego przypadku przyjęto 4

$\psi$  – współczynnik szczelności zlewni

w naszym przypadku zlewnia jest zróżnicowana, przyjęto:  
 $\psi = 0,9$  dla powierzchni utwardzonej = 12 ha  
 $\psi = 0,4$  dla zabudowy luźnej = 15 ha  
 $\psi = 0,15$  dla terenów zielonych i nie zabudowanych = 13 ha

uśredniony współczynnik szczelności wyniesie

$$\Psi = \frac{0,9 \times 12 + 0,4 \times 15 + 0,15 \times 13}{12 + 15 + 13} = \frac{10,8 + 6 + 1,95}{40} = 0,47$$

Podstawiając dane do wzoru obliczamy natężenie przepływu  $Q_{ocz}$

$$Q_{ocz} = 40 \times 132,1 \times 0,4 \times 0,47 = 993,392 \text{ l/s}$$

Obliczony przepływ miarodajny ścieków deszczowych ze zlewni do separatora wynosi  $Q_{ocz} = 993 \text{ l/s}$ .

Bardzo ważne jest, że przy obliczaniu tego przepływu brano od uwagę współczynnik opóźnienia  $\phi$ , ponieważ dopływ ścieków deszczowych ze zlewni rozległych jest rozciągnięty w czasie a zjawisko to dodatkowo potęguje retencja przewodów kanalizacyjnych. Przypomnieć też należy, że celem tego obliczenia jest ustalenie przyływu ścieków deszczowych z całej zlewni **do separatora**, a nie przepływu ścieków deszczowych **w separatorze**.

#### 1.1.2 Obliczenie przepływu przez separator $Q_{15}$ -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 .1 Rozporządzenia

W tej części obliczeń należy ustalić przepływ ścieków deszczowych w separatorze. Tylko pierwsza fala deszczu o natężeniu do 15 l/s x ha będzie oczyszczana przez separator, reszta zaś będzie bezpośrednio zrzucana do odbiornika. Uzasadnieniem takiego ustalenia parametru  $q_{15}$  jest fakt, że ponad 85 % opadów w ciągu roku ma natężenie mniejsze niż 15 l/s x ha, a 90 % rocznej objętości wód opadowych pochodzi z opadów o natężeniu poniżej 15 l/s x ha Potwierdzają to wieloletnie badania opadów prowadzone przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie.

Dla naszego przykładu:

$$Q_{15} = F \times \psi \times q_{15}$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ha] = 40 ha,

$\Psi$  – współczynnik szczelności zlewni = 0,47,

$q_{15}$  – natężenie opadu wynoszące 15 l/s na 1 ha [ l/s x ha ]

czyli:

$$Q_{15} = 40 \times 0,47 \times 15 = 282 \text{ l/s}$$

Zwrócić uwagę należy, że przy obliczaniu tego przepływu nie brano od uwagę współczynnika opóźnienia  $\phi$ , ponieważ celem tej kalkulacji było ustalenie przepływu **przez separator**, nie zaś ustalenie przepływu ścieków deszczowych ze zlewni.

#### 1.1.3 Określenie proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora $Q_{ocz}$ do przepływu przez separator $Q_{15}$

Proporcja ta wynosi:

$$\frac{Q_{15}}{Q_{ocz}} = \frac{282}{993} = 28,4\%$$

Nadmiar ścieków deszczowych przepływający przez przelew separatora ( $Q_p$ ) wyniesie:

$$Q_p = Q_{ocz} - Q_{15} = 993 - 282 = 711 \text{ l/s}$$

Należy zawsze pamiętać, aby zawsze spełniony był warunek:

$$Q_{ocz} > Q_{15}$$

Interpretacja obliczeń od 1.1.1 do 1.1.3 jest następująca:

- przepływ miarodajny ścieków deszczowych ze zlewni dopływających do separatora  $Q_{ocz}$  wynosi 993 l/s
- przepływ nominalny ścieków deszczowych przez separator  $Q_{15}$  wynosi 282 l/s
- w przypadku wystąpienia deszczu o natężeniu powyżej 15 l/s x ha czyli gdy przepływ będzie większy niż 282 l/s, ścieki deszczowe dopływające ze zlewni zostają skierowane przez przelew bezpośrednio do odbiornika
- przepływ  $Q_{ocz}$  993 l/s można nazwać przepływem maksymalnym separatora
- przepływ  $Q_{15}$  282 l/s można nazwać przepływem nominalnym separatora

## Przykład 2

**Zlewnia  $F=10$  ha, zwarta-kształt zbliżony do koła, o większych spadkach  $n=8$**

Celem obliczeń jest ustalenie:

- 1.2.1 przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$
- 1.2.2 przepływu przez separator  $Q_{15}$  -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 Rozporządzenia
- 1.2.3 proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  do przepływu przez separator  $Q_{15}$

1.2.1 Obliczenie przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$

Podobnie jak w przykładzie 1 przyjmujemy natężenie deszczu miarodajnego 131 l/s x ha.

Obliczenia przeprowadzono dla zlewni  $F = 10$  ha, kolistej, o dużych spadkach

$$Q = F \times q \times \varphi \times \psi \quad [\text{l/s}]$$

gdzie:

$F$  – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ ha ] = 10 ha

$q$  – natężenie deszczu miarodajnego [ l/(s x ha) ] = 132,1 l/s x ha –deszcz raz na 5 lat

$\varphi$  – współczynnik opóźnienia wyznaczony ze wzoru

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

$n$  – współczynnik zależny od kształtu i spadku zlewni = 8 – zlewnia zwarta, kołowa, o dużych spadkach

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[8]{F}} = \frac{1}{2,515} = 0,87$$

$\psi$  – współczynnik szczelności zlewni = 0,7

Podstawiając dane do wzoru obliczamy natężenie przepływu  $Q_{ocz}$

$$Q_{ocz} = 10 \times 132,1 \times 0,87 \times 0,7 = 804,489 \text{ l/s}$$

Obliczony przepływ miarodajny ścieków deszczowych do separatora wynosi  $Q_{ocz} = 804$  l/s.

1.2.2 Obliczenie przepływu przez separator  $Q_{15}$  -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 Rozporządzenia

Dla zlewni typu: powierzchnie szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, centrów miast, budowli kolejowych, dróg zaliczanych do kategorii krajowych i wojewódzkich oraz powiatowych klasy G, parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha rozporządzenie ustala natężenie miarodajne na 15 l/s x ha .  
Czyli

$$Q_{15} = F \times \psi \times q_{15}$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ha] = 10 ha,

$\psi$  – współczynnik szczelności zlewni = 0,7,

$q_{15}$  – natężenie opadu wynoszące 15 l/s na 1 ha [ l/s x ha ]

co daje

$$Q_{15} = 10 \times 0,7 \times 15 = 105 \text{ l/s}$$

1.2.3 Określenie proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  do przepływu przez separator  $Q_{15}$

Proporcja ta wynosi:

$$\frac{Q_{15}}{Q_{ocz}} = \frac{105}{804} = 13,1\%$$

Nadmiar ścieków deszczowych przepływający przez przelew separatora (  $Q_p$ ) wyniesie:

$$Q_{ocz} - Q_{15} = 804 - 105 = 699 \text{ l/s}$$

Warunek :

$$Q_{ocz} > Q_{15}$$

jest spełniony.

Interpretacja obliczeń od 1.2.1 do 1.2.3 jest następująca:

- przepływ miarodajny ścieków deszczowych ze zlewni dopływających do separatora  $Q_{ocz}$  wynosi 804 l/s
- przepływ nominalny ścieków deszczowych przez separator  $Q_{15}$  wynosi 105 l/s
- w przypadku wystąpienia deszczu o natężeniu powyżej 15 l/s x ha czyli gdy przepływ będzie większy niż 105 l/s , ścieki deszczowe dopływające ze zlewni zostają skierowane przez przelew bezpośrednio do odbiornika
- przepływ  $Q_{ocz}$  804 l/s można nazwać przepływem maksymalnym separatora
- przepływ  $Q_{15}$  105 l/s można nazwać przepływem nominalnym separatora

**Wnioski z przykładów 1 i 2**

- przepływ ścieków przez separator ( przepływ nominalny)  $Q_{15}$  jest zależny tylko od powierzchni zredukowanej zlewni, a przyjęte natężenie  $q_{15}$  narzucone jest przez Rozporządzenie
- proporcja przepływu ścieków oczyszczanych w separatorze  $Q_{15}$  w stosunku do przepływu miarodajnego ze zlewni tj. przepływu maksymalnego separatora -  $Q_{ocz}$  jest zmienna
- wielkość współczynnika opóźnienia ma znaczny wpływ na przepływ maksymalny do separatora  $Q_{ocz}$
- przepisy analizowanego Rozporządzenia zawsze dopuszczają stosowanie OBEJŚCIA HYDRAULICZNEGO, ale w ściśle określonych proporcjach
- o ile stosuje się takie obejście hydrauliczne to dopływ do separatora musi być zabezpieczony przed przeciążeniem np. poprzez regulator dopływu
- Wody opadowe lub roztopowe pochodzące z dachów oraz powierzchni innych niż powierzchnie, mogą być wprowadzane do wód lub do ziemi bez oczyszczania

## 2. Tok obliczeń według (§19.1.2.) Rozporządzenia , czyli z powierzchni szczelnych takich terenów jak:

- stacje paliw
- hurtownie paliw
- bazy paliwowe
- i innych obiektów magazynowania i dystrybucji paliw

Jako przykłady do obliczeń wybrano zlewnie o takich samych parametrach jak w przypadku punktu 1 czyli

2.3 Zlewnia F =40 ha, wydłużona , o małych spadkach n=4

2.4 Zlewnia F =10 ha, zwarta –kształt zbliżony do koła, o większych spadkach n=8

Celem obliczeń jest ustalenie :

2.3.1 przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$

2.3.2 przepływu przez separator  $Q_{15}$  -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1.2. Rozporządzenia

2.3.3 proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  w stosunku do przepływu przez separator  $Q_{15}$

### Przykład 3

#### Zlewnia F=40 ha, wydłużona , o małych spadkach n=4

2.3.1 Obliczenie przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$

Dla naszych celów przyjmujemy natężenie deszczu miarodajnego 131 l/s x ha tak jak w przykładzie 1 i 2.

Obliczenia przeprowadzono dla zlewni F = 40 ha, wydłużonej, o małych spadkach.

$$Q = F \times q \times \varphi \times \psi \quad [ \text{l/s} ]$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ ha ] = 40 ha

q – natężenie deszczu miarodajnego [ l/(s x ha) ] = 131 l/s x ha –deszcz raz na 5 lat

$\varphi$  – współczynnik opóźnienia wyznaczony ze wzoru

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

n – współczynnik zależny od kształtu i spadku zlewni = 4 – zlewnia wydłużona, o małych spadkach

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{40}} = \frac{1}{2,515} = 0,40$$

wartości n od 2 do 8

dla zlewni wąskich i płaskich –wartości niższe

dla zlewni zwartych i o dużych spadach –wyższe wartości

dla naszego przypadku przyjęto 4

$\psi$  – współczynnik szczelności zlewni

w naszym przypadku zlewnia jest zróżnicowana, przyjęto:

$\psi = 0,9$  dla powierzchni utwardzonej = 12 ha

$\psi = 0,4$  dla zabudowy luźnej = 15 ha

$\psi = 0,15$  dla terenów zielonych i nie zabudowanych = 13 ha

uśredniony współczynnik szczelności wyniesie

$$\Psi = \frac{0,9 \times 12 + 0,4 \times 15 + 0,15 \times 13}{12 + 15 + 13} = \frac{10,8 + 6 + 1,95}{40} = 0,47$$

Podstawiając dane do wzoru obliczamy natężenie przepływu  $Q_{ocz}$

$$Q_{ocz} = 40 \times 132,1 \times 0,4 \times 0,47 = 993,392 \text{ l/s}$$

Obliczony przepływ miarodajny ścieków deszczowych ze zlewni do separatora wynosi  $Q_{ocz} = 993 \text{ l/s}$ .

Jak widać jest to taki sam przepływ jak w przykładzie 1 (punkt 1.1.1)

Bardzo ważne jest, że przy obliczaniu tego przepływu brano od uwagę współczynnik opóźnienia  $\phi$ , ponieważ dopływ ścieków deszczowych ze zlewni rozległych jest rozciągnięty w czasie a zjawisko to dodatkowo potęguje retencja przewodów kanalizacyjnych. Przypomnieć też należy, że celem tego obliczenia jest ustalenie przepływu ścieków deszczowych z całej zlewni **do separatora**, a nie przepływu ścieków deszczowych **w separatorze**.

### 2.3.2 Obliczenie przepływu przez separator $Q_{15}$ -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 .2 Rozporządzenia

W tej części obliczeń należy ustalić przepływ ścieków deszczowych w separatorze. Tylko pierwsza fala deszczu o natężeniu do  $77 \text{ l/s x ha}$  będzie oczyszczana przez separator, reszta zaś będzie bezpośrednio zrzucana do odbiornika. Uzasadnieniem takiego ustalenia parametru  $q_{77}$  jest założenie, że obiekty związane z dystrybucją i magazynowaniem paliw są na tyle niebezpieczne dla wód powierzchniowych, że separator musi wyłapać WSZYSTKIE deszcze o czasie trwania 15 min i o prawdopodobieństwie wystąpienia 100 % w ciągu roku. Natomiast wszystkie deszcze o natężeniu większym niż  $77 \text{ l/s/ha}$  będą mogły być przepuszczone przez by-pass. Dla naszego przykładu:

$$Q_{15} = F \times \psi \times q_{15}$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ha] = 40 ha,

$\psi$  – współczynnik szczelności zlewni = 0,47,

$q_{15}$  – natężenie opadu wynoszące  $15 \text{ l/s na } 1 \text{ ha}$  [ $\text{l/s x ha}$ ]

czyli:

$$Q_{15} = 40 \times 0,47 \times 77 = 1447 \text{ l/s}$$

Zwrócić uwagę należy, że przy obliczaniu tego przepływu nie brano od uwagę współczynnika opóźnienia  $\phi$ , ponieważ celem tej kalkulacji było ustalenie przepływu **przez separator**, nie zaś ustalenie przepływu ścieków deszczowych ze zlewni.

### 2.3.3 Określenie proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora $Q_{ocz}$ do przepływu przez separator $Q_{15}$

Proporcja ta wynosi:

$$\frac{Q_{15}}{Q_{ocz}} = \frac{1447}{993} = 145,7\%$$

Nadmiar ścieków deszczowych przepływający przez przelew separatora ( $Q_p$ ) wyniesie:

$$Q_p = Q_{ocz} - Q_{77} = 993 - 1447 = -454 \text{ l/s}$$

Warunek  $Q_{ocz} > Q_{15}$  nie został spełniony.

Interpretacja obliczeń od 2.1.1 do 2.1.3 jest następująca:

- przepływ miarodajny ścieków deszczowych ze zlewni dopływających do separatora  $Q_{ocz}$  wynosi 993 l/s
- przepływ nominalny ścieków deszczowych przez separator  $Q_{77}$  został przeszacowany o 45,7 % i winien być obniżony z 1447 l/s na 993 l/s
- w przypadku wystąpienia deszczu o natężeniu powyżej  $77 \text{ l/s x ha}$  czyli gdy przepływ będzie większy niż 993 l/s, ścieki deszczowe dopływające ze zlewni zostają skierowane przez przelew bezpośrednio do odbiornika
- przepływ  $Q_{ocz}$  993 l/s można nazwać przepływem maksymalnym separatora
- przepływ  $Q_{77}$  993 l/s jest zarówno przepływem maksymalnym jak i nominalnym separatora
- by pass separatora zadziała tylko wtedy gdy przepływ ze zlewni będzie większy niż 993 l/s

#### Przykład 4

**Zlewnia F=10 ha, zwarta-kształt zbliżony do koła, o większych spadkach n=8**

Celem obliczeń jest ustalenie :

- 2.4.1 przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$
- 2.4.2 przepływu przez separator  $Q_{15}$  -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 Rozporządzenia
- 2.4.3 proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  do przepływu przez separator  $Q_{15}$

2.4.1 Obliczenie przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$

Podobnie jak w przykładzie 1 przyjmujemy natężenie deszczu miarodajnego 131 l/s x ha.

Obliczenia przeprowadzono dla zlewni F = 10 ha, kolistej, o dużych spadkach

$$Q = F \times q \times \varphi \times \psi \quad [ \text{l/s} ]$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ ha ] = 10 ha

q – natężenie deszczu miarodajnego [ l/(s x ha) ] = 131 l/s x ha –deszcz raz na 5 lat

φ – współczynnik opóźnienia wyznaczony ze wzoru

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

n – współczynnik zależny od kształtu i spadku zlewni = 8 – zlewnia zwarta, kołowa, o dużych spadkach

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[8]{F}} = \frac{1}{2,515} = 0,87$$

ψ – współczynnik szczelności zlewni =0,7

Podstawiając dane do wzoru obliczamy natężenie przepływu  $Q_{ocz}$

$$Q_{ocz} = 10 \times 132,1 \times 0,87 \times 0,7 = 804,489 \text{ l/s}$$

Obliczony przepływ miarodajny ścieków deszczowych do separatora wynosi  $Q_{ocz} = 804 \text{ l/s}$ .

2.4.2 Obliczenie przepływu przez separator  $Q_{15}$  -przepływ ten wynika bezpośrednio z zapisów § 19. 1 .2 Rozporządzenia

Dla zlewni związanych z magazynowaniem i dystrybucją paliw rozporządzenie ustala natężenie miarodajne na 77 l/s x ha . Czyli

$$Q_{77} = F \times \psi \times q_{15}$$

gdzie:

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadnianej [ha] = 10 ha,

Ψ – współczynnik szczelności zlewni = 0,7,

$q_{77}$  – natężenie opadu wynoszące 77 l/s na 1 ha [ l/s x ha ]

co daje

$$Q_{15} = 10 \times 0,7 \times 77 = 539 \text{ l/s}$$

1.2.3 Określenie proporcji przepływu miarodajnego ze zlewni do separatora  $Q_{ocz}$  do przepływu przez separator  $Q_{15}$

Proporcja ta wynosi:



$$\frac{Q_{15}}{Q_{ocz}} = \frac{539}{804} = 67,0\%$$

Nadmiar ścieków deszczowych przepływający przez przelew separatora (  $Q_p$  ) wyniesie:

$$Q_{ocz} - Q_{77} = 804 - 539 = 256 \text{ l/s}$$

Tym razem warunek :

$$Q_{ocz} > Q_{77}$$

jest spełniony.

Interpretacja obliczeń od 1.2.1 do 1.2.3 jest następująca:

- przepływ miarodajny ścieków deszczowych ze zlewni dopływających do separatora  $Q_{ocz}$  wynosi 804 l/s
- przepływ nominalny ścieków deszczowych przez separator  $Q_{77}$  wynosi 256 l/s
- w przypadku wystąpienia deszczu o natężeniu powyżej 77 l/s x ha czyli gdy przepływ będzie większy niż 256 l/s , ścieki deszczowe dopływające ze zlewni zostają skierowane przez przelew bezpośrednio do odbiornika
- przepływ  $Q_{ocz}$  804 l/s można nazwać przepływem maksymalnym separatora
- przepływ  $Q_{15}$  256 l/s można nazwać przepływem nominalnym separatora

#### Wnioski z przykładów 3 i 4

- przepływ ścieków przez separator ( przepływ nominalny)  $Q_{77}$  jest zależny tylko od powierzchni zredukowanej zlewni, a przyjęte natężenie  $q_{177}$  narzucone jest przez Rozporządzenie
- proporcja przepływu ścieków oczyszczanych w separatorze  $Q_{15}$  w stosunku do przepływu miarodajnego ze zlewni tj. przepływu maksymalnego separatora -  $Q_{ocz}$  jest zmienna
- wielkość współczynnika opóźnienia ma znaczny wpływ na przepływ maksymalny do separatora  $Q_{ocz}$
- przepisy analizowanego Rozporządzenia zawsze dopuszczają stosowanie OBEJŚCIA HYDRAULICZNEGO ( nawet w przypadku obiektów związanych z dystrybucją paliw) , ale w niektórych przykładach np. w przykładzie 3 nie ma w zasadzie potrzeby do zainstalowania takiego urządzenia
- w przypadku obiektów związanych z dystrybucją paliw to, o ile stosuje się obejście hydrauliczne to regulator dopływu musi być dobrej jakości
- porównanie wielkości przepływów nominalnych separatora w przykładzie 2 i 4, potwierdza, że w przypadku obiektów związanych z branżą paliwową , przepływy separatorów dla porównywalnych charakterystyk zlewni są dużo większe