

III. OBLICZENIA

Obliczenia natężenia przepływu wód deszczowych

Ilość wód deszczowych obliczono metodą granicznych natężeń na szczytowy przepływ w czasie trwania deszczu równym czasowi przepływu.

Podstawowym wzorem do obliczenia spływu wód opadowych jest wzór:

$$Q = \Sigma (F_{1-n} \cdot \Psi_{1-n}) \cdot \varphi \cdot q \text{ [l/s]}, \text{ gdzie}$$

F_{1-n} : rzeczywista powierzchnia n-tej zlewni cząstkowej

Ψ_{1-n} : współczynnik spływu n-tej zlewni cząstkowej

φ : współczynnik opóźnienia odpływu ($\varphi = 1$)

q : natężenie deszczu miarodajnego

Natężenie deszczu obliczeniowego: $q_0 = 15 \text{ l/s / ha}$

Natężenie deszczu nawalnego: $q_{\max} = 130 \text{ l/s / ha}$

Tereny utwardzone $F_1 = 4566 \text{ m}^2$, $\Psi_1 = 0,9$, $F_{zr} = 0,411 \text{ ha}$

Tereny zielone $F_2 = 3456 \text{ m}^2$, $\Psi_1 = 0,2$, $F_{zr} = 0,069 \text{ ha}$

Przepływ obliczeniowy $Q_0 = 7,19 \text{ l/s}$

Przepływ maksymalny $Q_{\max} = 62,4 \text{ l/s}$

Dobór osadnika

W celu podczyszczenia ścieków z łatwo opadającej zawiesiny o gęstości większej niż 1 kg/dm^3 (zawiesina ogólna) do poziomu poniżej 100 mg/dm^3 (Rozporządzenie MŚ z dnia 24 lipca 2006r Dz.U. 2006 Nr137poz.984) dobrano osadnik firmy Ecol-Unicon typu OS 1500/3,0, o objętości czynnej $V_{cz} = 3 \text{ m}^3$

Dobór separatora

W celu podczyszczenia wód opadowych narażonych na skażenie substancjami ropopochodnymi dobrano separator lamelowy firmy Ecol-unicon typu ESL10/100 o przepływie $Q_{\text{nom}} = 10 \text{ l/s}$ i przepływie maksymalnym $Q_{\max} = 100 \text{ l/s}$. Średnica króćców wlotowego i wylotowego wynosi DN400. Dobrany separator podczyszcza ścieki z substancji ropopochodnych do poziomu poniżej 5 mg/dm^3 wymagana wartość substancji ropopochodnych w ściekach oczyszczonych nie powinna przekroczyć 15 mg/dm^3 (Rozporządzenie MŚ z dnia 24 lipca 2006r Dz.U. 2006 Nr137poz.984)

Obliczenia objętości zbiornika retencyjnego do regulacji dopływu ścieków do separatora

Objętość dopływu do zbiornika równa wydajności deszczu nawalnego

$$W_{\text{dopt}} = Q_{\max} \times t_m \times 60/1000 = 62,4 \times 15 \times 60/1000 = 56,16 \text{ m}^3$$

Obliczeniowy czas magazynowania wody w zbiorniku

$$T = t_m + t_p (1 - O_{\text{odpt}} / Q_{\max})$$

t_m - czas trwania deszczu miarodajnego $t_m = 15 \text{ min}$

t_p - czas dopływu ścieków do zbiornika równy czasowi trwania deszczu miarodajnego $t_p = 15 \text{ min.}$)

O_{odpt} - natężenie odpływu ze zbiornika przyjęto równe przepływowi nominalnemu separatora $O_{\text{odpt}} = Q_{\text{nom}} = 10 \text{ l/s}$

$$T = 15 + 15 (1 - 10/62,4) = 27,6 \text{ min}$$

Objętość odpływu ze zbiornika równa wydajności nominalnej separatora

$$W_{\text{odpł}} = Q_{\text{odpł}} \times T \times 60/1000 = 10 \times 27,6 \times 60/1000 = 16,56 \text{ m}^3$$

Objętość zbiornika retencyjnego

$$W_{\text{zb}} = W_{\text{dopł}} - W_{\text{odpł}} = 56,16 - 16,56 = 39,6 \text{ m}^3$$

Ze względu na usytuowanie kanału ogólnospławnego, brak miejsca na usytuowanie typowego zbiornika retencyjnego oraz przy założeniu, że przepływ wód deszczowych ma się odbywać wyłącznie grawitacyjnie przyrost wód opadowych będzie gromadzony głównie w kolektorze deszczowym DN800 o długości $L=102,38\text{m}$ oraz kolektorze DN500 o długości $L=14,85\text{m}$

Kanał DN800

Natężenie przepływu - $Q=62,4\text{l/s}$

Spadek kanału - $i=0,13\%$

Długość kanału - $L=102,55\text{m}$

Wypełnienie kanału - $26,1\%$

Prędkość przepływu - $v=0,62\text{m/s}$

Przekrój kanału - $f=0,502 \text{ m}^2$

Pozostała część kanału pracująca jako zbiornik retencyjny - $100-26,1 = 73,9\%$

Objętość retencji w kanale - $V=0,739 \times 0,502 \times 102,55 = 38,04 \text{ m}^3$

Kanał DN500

Natężenie przepływu - $Q=39,3\text{l/s}$

Spadek kanału - $i=0,5\%$

Długość kanału - $L=14,85\text{m}$

Wypełnienie kanału - $26,5\%$

Prędkość przepływu - $v=0,94\text{m/s}$

Przekrój kanału - $f=0,196 \text{ m}^2$

Pozostała część kanału pracująca jako zbiornik retencyjny - $100-26,5 = 73,5\%$

Objętość retencji w kanale - $V=0,735 \times 0,196 \times 14,85 = 2,14 \text{ m}^3$

Obliczenia objętości zbiornika retencyjnego do regulacji odpływu ścieków deszczowych do kanału ogólnospławnego

Objętość dopływu do zbiornika równa wydajności separatora

$$W_{\text{dopł}} = Q_{\text{nom}} \times t_m \times 60/1000 = 10 \times 15 \times 60/1000 = 9,00 \text{ m}^3$$

Obliczeniowy czas magazynowania wody w zbiorniku

$$T = t_m + t_p(1 - O_{\text{odpł}} / Q_{\text{max}})$$

t_m - czas trwania deszczu miarodajnego $t_m=15 \text{ min}$

t_p - czas dopływu ścieków do zbiornika równy czasowi trwania deszczu miarodajnego $t_p=15\text{min.}$)

$O_{\text{odpł}}$ - natężenie odpływu ze zbiornika przyjęto równe $O_{\text{odpł}} = 5\text{l/s}$ co stanowi 8% przepływu w czasie deszczu nawalnych

$$T = 15 + 15(1 - 5/10) = 22,5 \text{ min}$$

Objętość odpływu ze zbiornika równa natężeniu odpływu do kanału ogólnospławnego

$$O_{\text{odpł}} = 5\text{l/s}$$

$$W_{\text{odpł}} = Q_{\text{odpł}} \times T \times 60/1000 = 5 \times 22,5 \times 60/1000 = 6,75 \text{ m}^3$$

Objętość zbiornika retencyjnego

$$W_{zb} = W_{dopł} - W_{odpł} = 9,00 - 6,75 = 2,25 \text{ m}^3$$

Kanały ogólnospławne pracują pełnymi przekrojami tylko w czasie intensywnych deszczów. Wskutek tego zawsze należy liczyć się z okresowym przepełnieniem sieci, jej pracą pod ciśnieniem i możliwością podtapiania terenu lub skanalizowanych pomieszczeń położonych poniżej poziomu terenu. Istniejąca sieć ma ograniczoną przepustowość i może przyjąć tylko niewielkie ilości dodatkowych ścieków deszczowych.

Ze względu na usytuowanie kanału ogólnospławnego, brak miejsca na usytuowanie typowego zbiornika retencyjnego oraz przy założeniu, że przepływ wód deszczowych ma się odbywać wyłącznie grawitacyjnie przyrost wód opadowych będzie gromadzony głównie w kolektorze deszczowym DN400 o długości $L=73,57\text{m}$

Kanał DN400

Natężenie przepływu - $Q=10\text{l/s}$

Spadek kanału – $i=0,13\%$

Długość kanału – $L=80,12\text{m}$

Wypełnienie kanału – $22,0\%$

Prędkość przepływu – $v=0,51\text{m/s}$

Przekrój kanału – $f=0,126 \text{ m}^2$

Pozostała część kanału pracująca jako zbiornik retencyjny – $100-22,0 = 78,0\%$

Objętość retencji w kanale – $V=0,78 \times 0,126 \times 80,12 = 7,87 \text{ m}^3$

Regulacja przepływu ścieków

Przewymiarowane kanały DN800, DN500, DN400 będą pełniły rolę zbiornika retencyjnego. Pozwoli to w okresach szczytowych przepływów, na czasowe zatrzymanie znacznych objętości ścieków deszczowych z możliwością stopniowego ich odprowadzania do sieci kanalizacyjnej po przejściu fali szczytowych przepływów.

Przepływ wód opadowych – odprowadzenie do kanału ogólnospławnego - będzie regulowany za pomocą średnicy DN160.

Kanał DN160

Natężenie przepływu - $Q=5\text{l/s}$

Spadek kanału – $i=0,1\%$

Wypełnienie kanału – $77,1\%$

Prędkość przepływu – $v=0,34\text{m/s}$