

Przebudowywany przepust w ciągu ulicy Paryskiej w m. Skarżysko Kamienna

1. Obliczenia hydrologiczne.

Obliczenie wartości przepływu maksymalnego rocznego ($Q_{2\%}$) dla przepustów o prawdopodobieństwie pojawienia się $p=2\%$ (wg §40 p.3, Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie).

$$A = 1.19 \text{ km}^2$$

$$C_0 = 0.75 \text{ Przyjęto jak dla małych zlewni}$$

$$\sqrt[3]{A^2} = 1.12$$

$$Q_{50} = C_0 \cdot \sqrt[3]{A^2} = 0.75 \times 1.12 = 0.84 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

C_v , współczynnik zmienności dla małych zlewni

$$C_v = 0.63$$

$$\text{Określenie współczynnika skosności (s) dla } 1,25 \times C_v = 1,25 \times 0.63 = 0.79$$

$$s = 0.79$$

Wartość funkcji prawdopodobieństwa przy $s = 0,79$ oraz $p = 2\%$

$$\Theta_{(p,s)} = 2.65$$

Przepływ miarodajny przy prawdopodobieństwie występowania $p=1\%$ wynosi:

$$Q_{\max} = Q_{50} \cdot [1 + C_v \cdot \Theta_{(p,s)}] = 0.84 \times (1 + 0.63 \times 2.65) = 2.25 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Koniec obliczeń hydrologicznych

2. Obliczenia hydrauliczne

Geometria przepustu:

- Wysokość $h_p = 0.90 > h_{p,min} = 0.8$
- Szerokość $b_p = 1.40 > b_{p,min} = 0.8$
- Rzędna wlotu $H_{wl} = 252.63$
- Rzędna wylotu $H_{wy} = 252.52$
- Długość $L_p = 11.42 < 20 \times h_p = 18$

Przepust krótki: brak strat energii na długości

Charakterystyka drogi:

Projektowana rzędna korony drogi na krzyżowaniu z ciekim wodnym

$$H_{niw} = 254.03$$

Projektowana szerokość korony nasypu drogowego

$$B_n = 14.00$$

Projektowane nachylenie skarp nasypu drogowego

$$1 : m_n = 1 : 1.50$$

Charakterystyka ciekłu:

Przekrój poprzeczny ciekłu zbliżony jest do trapezu, powyżej którego znajdują się tarasy zalewowe.

Szerokość dna koryta $b_d = 0.70 \text{ m}$

Głębokość koryta $t_d = 1.05 \text{ m}$

Nachylenie skarp koryta $1 : m_d = 1 : 1.00$

Współczynnik szorstkości koryta $n_d = 0.030$

Współczynnik szorstkości tarasów zalewowych $n_t = 0.070$

Współczynnik szorstkości płyt EKO i dybli $n_p = 0.017$

Spadek podłużny ciekłu $i_d = 5 \text{ ‰}$

Przepływ miarodajny $Q_m = 2.25 \text{ m}^3/\text{s}$

Rzędna dna ciekłu przed wlotem przepustu 252.63 m. n.p.m.

W obliczeniach podano ostateczne rozwiązanie dla poziomu wielkiej wody katastrofalnej.

Przyjęta rzędna wielkiej wody w przekroju koryta $H_{ww} = 253.17 \text{ m.n.p.m}$

Obliczenia przepływu w przekroju niezabudowanym

Koryto rzeki

Powierzchnia przepływu WW $F_k = 0.67 \text{ m}^2$

Obwód zwilżony $O_k = 2.23 \text{ m}$

Promień hydrauliczny

$$R = \frac{F_k}{O_k} = \frac{0.67}{2.23} = 0.3$$

Prędkość przepływu

$$v_k = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{i_d} = 33.33 \times 0.4488 \times 0.22 = 3.345 \text{ m/s}$$

Przepływ WW w korycie

$$Q_k = F_k \cdot v_k = 0.67 \times 3.3449 = 2.24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lewobrzeżny taras zalewowy

Powierzchnia przepływu WW $F_{lz} = 0.00 \text{ m}^2$

Obwód zwilżony $O_{lz} = 0.00 \text{ m}$

Promień hydrauliczny

$$R = \frac{F_{lz}}{O_{lz}} = \frac{0.00}{0.00} = 0$$

Prędkość przepływu

$$v_{lz} = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{i_d} = 14.29 \times 0 \times 0.22 = 0 \text{ m/s}$$

Przepływ WW na lewobrzeżnym tarasie zalewowym

$$Q_{lz} = F_{lz} \cdot v_{lz} = 0.00 \times 0 = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Prawobrzeżny taras zalewowy

Powierzchnia przepływu WW $F_{pz} = 0.00 \text{ m}^2$

Obwód zwilżony $O_{pz} = 0.00 \text{ m}$

Promień hydrauliczny

$$R = \frac{F_{pz}}{O_{pz}} = \frac{0.00}{0.00} = 0$$

Prędkość przepływu

$$v_{pz} = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{i_d} = 14.29 \times 0 \times 0.22 = 0 \text{ m/s}$$

Przepływ WW na prawobrzeżnym tarasie zalewowym

$$Q_{pz} = F_{pz} \cdot v_{pz} = 0.00 \times 0 = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

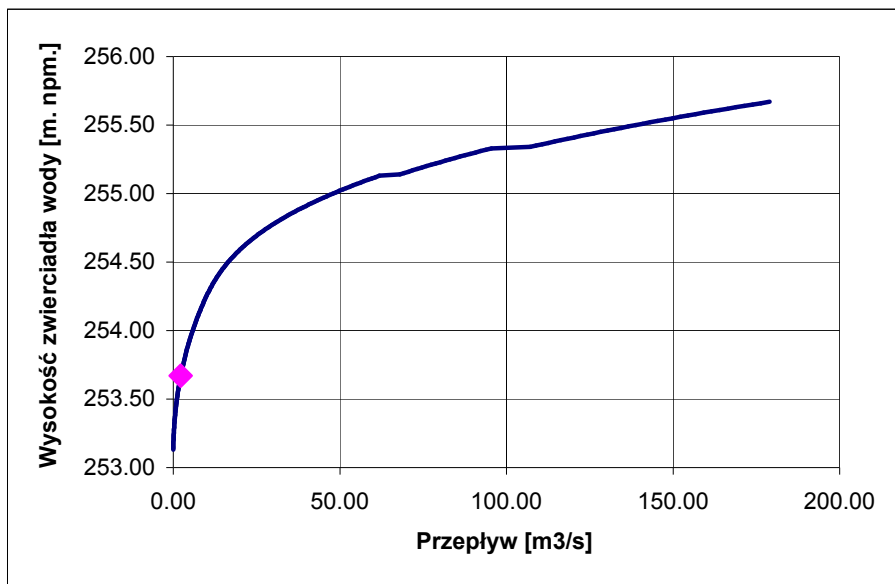
Całkowity przepływ w przekroju niezabudowanym

$$Q = Q_k + Q_{lz} + Q_{pz} = 2.24 + 0.00 + 0 = 2.24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Błąd obliczeniowy wynosi

$$\frac{Q_{1\%} - Q}{Q_{1\%}} = \frac{2.25 - 2.24}{2.25} = 0.38 \% < 5\%$$

Wykres zależności pomiędzy rzędną wysokości wody, a przepływem w przekroju niezabudowanym



Obliczenia przepływu WW w przekroju zabudowanym przepustem

Zastosowano przepust Żelb 140x90

Dopuszczalny poziom wody przed przepustem

$$H = H_{wl} + 1.2 \cdot h_p = 0 + 1.2 \times 0.9 = 1.08$$

Przyjęto do obliczeń głębokość WW na wlocie

$$H = 0.54 \quad [\text{m}]$$

Prędkość dopływającej wody

$$v_0 = \frac{Q_m}{F_0} = \frac{2.24}{0.67} = 3.3448885 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Wzniesienie linii energii przed przepustem

$$H_0 = H + \frac{1.1 \cdot v_0^2}{2 \cdot g} = 0.54 + \frac{1.1 \times 3.34^2}{2 \times 9.81} = 0.72753 \quad [\text{m}]$$

Wartość spiętrzenia

$$H_0 - H = 0.728 - 0.54 = 0.19 \quad [\text{m}]$$

Zakładam pełne dławienie boczne

$$m = 0.31$$

Warunki zatopienia wlotu przepustu

$$H_0 < 1.2 \cdot h_p$$

$$0.728 < 1.2 \times 0.9 = 1.08$$

Schemat pracy przepustu: o niezatopionym wlocie i wylocie

Prędkość przepływu i napełnienia przewodu przy przepływie miarodajnym

Rzeczywiste wzniesienie linii energii przed wlotem do przepustu

Prędkość dopływowa

$$v_0 = 3.345$$

Wzniesienie linii energii

$$Q = m \cdot b_p \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \sqrt{H_0^3} = 0.31 \times 1.40 \times 4.43 \times 0.62 = 1.19$$

Zapas do korony drogi

$$H_{niw} - H_0 = 1.40 - 0.728 = 0.67 > 0.7 \text{ UWAGA!!! Warunek nie spełniony}$$

Przepływ w przepuście

$$\text{Przyjęto} \quad h_{kr} = 0.60 \quad [\text{m}]$$

$$\text{Powierzchnia przepływu} \quad F_p = 0.80 \quad [\text{m}^2]$$

$$\text{Obwód zwilżony} \quad O_p = 2.36 \quad [\text{m}]$$

Promień hydrauliczny

$$R_p = \frac{F_p}{O_p} = \frac{0.80}{2.36} = 0.34$$

Prędkość przepływu

$$v_p = \frac{1}{n_p} \cdot \sqrt[3]{R_p^2 \cdot i_m} = 58.82 \times 0.49 \times 0.1 = 2.86 \quad [\text{m/s}]$$

Przepływ

$$Q_p = v_p \cdot F_p = 2.86 \times 0.80 = 2.29 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Prędkość przepływu miarodajnego

$$v_m = \frac{Q_{1\%}}{F_p} = \frac{2.24}{0.80} = 2.80 \text{ [m/s]} < V_{gr} = 3,5 \text{ [m/s]}$$

Głębokość wody w przepuście równa w tym schemacie hydraulicznym głębokości krytycznej gwarantuje wymagane wzniesienie stropu przepustu nad zwierciadłem wody przy przepływie miarodajnym, gdyż spełniony jest warunek

$$h_{kr} = 0.60 < 0.75 \cdot h_p = 0.68$$

Warunki zatopienia przepustu

$$h_d = 0.54 < 1.2 \cdot h_p = 1.08$$

$$h_d = 0.54 < 1.25 \cdot h_{kr} = 0.75$$

Warunek na zamulenie przepustu

$$i_{kr} = 0.005 \leq 1 = i_m \quad \text{Warunek został spełniony}$$

Parametry strumienia w przekroju wylotowym

Wylot przepustu jest zlokalizowany na rzędnej umocnionego dna cieku. W obliczeniach zakładam, że energia działająca na dno cieku jest równa energii strumienia wypływającego.

Wylot został umocniony w sposób kołnierzowy, koryto cieku i skarpy wylotu umocnione są dyblami grubości 12 cm oraz płytami EKO na min długości 2.00m. Filtr odwrócony stanowi geowłóknina 180 g/m².

Wg tabeli nr 3.4

$$h_{wyl} = 0,8 \cdot h_{kr} = 0,8 \times 0.60 = 0.48 \text{ [m]}$$

$$\text{Powierzchnia przepływu} \quad F_{wyl} = 0.63 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Obwód zwilżony} \quad O_{wyl} = 2.13 \text{ [m]}$$

Promień hydrauliczny

$$R_{wyl} = \frac{F_{wyl}}{O_{wyl}} = \frac{0.63}{2.13} = 0.30$$

Prędkość przepływu

$$v_{wyl} = \frac{1}{n_p} \cdot \sqrt[3]{R_{wyl}^2} \cdot \sqrt{i_m} = 58.82 \times 0.44 \times 0.10 = 2.62 \text{ [m/s]}$$

Przepływ

$$Q_{wyl} = v_{wyl} \cdot F_{wyl} = 2.62 \times 0.63 = 1.65 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Prędkość przepływu miarodajnego

$$v_{wyl} = \frac{Q_{1\%}}{F_{wyl}} = \frac{2.24}{0.63} = 3.54 \text{ [m/s]} > V_{gr} = 3,5 \text{ [m/s]}$$

Konstrukcja przepustu, oraz sposób umocnienia wypadu wody z rury przepustu zapewnia bezpieczeństwo użytkownika obiektu przy prędkości wody do 5 m/s.

Kąt wypływu wody z przepustu zostaje przyjęty wg wykresów Serkowa (rys. nr 3.8)

Dno koryta cieku na długości 2.00 zwęża się do $B_w = 0.70$

$$F_{r,wyl} = \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = \frac{12.56}{9,81 \times 0.48} = 2.6672$$

$$F_{r,m} = \frac{v_p^2}{g \cdot h_p} = \frac{7.84}{9,81 \times 0.9} = 0.8878$$

$$\beta = -20^\circ$$

Długość wymaganego umocnienia

$$L_w = \frac{B_w - b_{wyl}}{2 \cdot \tan(\beta)} = 0.962$$

Z porównania głębokości wody na wylocie oraz krytycznej wynika, że poniżej przekroju wylotowego powstanie odskok hydrauliczny mogący zatopić strumień wypływający.

$$h_{2,wyl} = \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q^2}{g \cdot b_{wyl}^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right) = 0.8299$$

$$h_w + p - \frac{1,1 \cdot Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2} = h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}$$

$$h_w = 1.41$$

$$h_{2,w} = \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right) = 0.7012$$

Przypadek C: odskok jest odsunięty, co oznacza, że powstaje on w korycie, poniżej rozszerzonego wypadu

Sposób umocnienia spełnia warunek na rozmywanie (dyble na geowłókninie).

Umocnienie założonego wypadu spełnia warunek na minimalną długość umocnienia.

Głębokość rozmycia poza umocnieniem wypadu.

$$\Delta h_r = h_d + p = 0.54 + 0 = 0.54$$

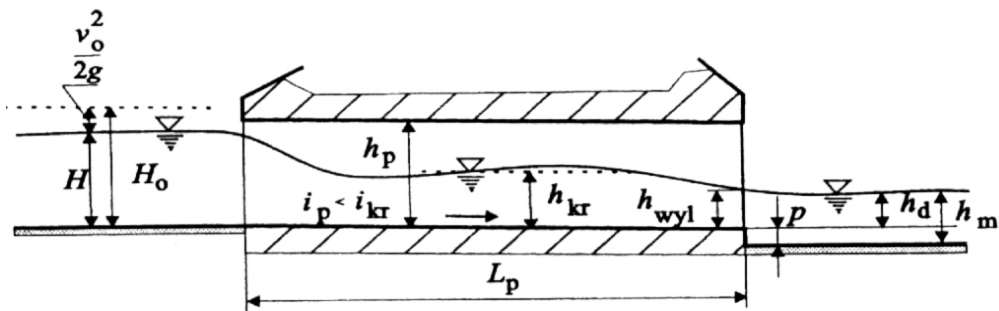
$$\Delta h_{\max} = k \cdot \Delta h_r$$

$$\Delta h_{\max} = 0.378 \text{ [m]}$$

Ze względu na krótkotrwały charakter wezbrań przyjęto współczynnik $k=0.7$

Umocnienie koryta cieką zakończono palisadą z kołków drewnianych $\varnothing 10\text{cm}$ o długości

$$h_u = 1.10 \text{ m}$$



ZESTAWIENIE WYNIKÓW OBLICZEŃ I DANYCH ARCHIWALNYCH

Okres występowania wielkiej wody katastrofalnej	$p = 2\%$
Powierzchnia zlewni	$A = 1.19 \text{ [km}^2\text{]}$
Przyjęto lustro wielkiej wody	$H_{ww} = 253.17 \text{ mnpm}$
Maksymalne obliczeniowe przepływy wielkiej wody	$Q_p = 2.24 \text{ [m}^3\text{/s]}$
Rzędna dna rzeki w przepuscie	
na wlocie	$H_{wl} = 252.63 \text{ mnpm}$
w osi przepustu	$H_{\text{śr}} = 252.57 \text{ mnpm}$
na wylocie	$H_{wyl} = 252.52 \text{ mnpm}$
Rzędna spodu konstrukcji przepustu	$H_{pw} = 253.53 \text{ mnpm}$
Rzędna niwelety drogi nad przepustem	$H_{niw} = 254.03 \text{ mnpm}$
Poziom zwierciadła wody przed przepustem	$H = 253.17 \text{ mnpm}$
Poziom zwierciadła wody spiętrzonej przed przepustem	$H_0 = 253.36 \text{ mnpm}$
Poziom zwierciadła wody w przepuscie	$h_{kr} = 253.17 \text{ mnpm}$
Poziom zwierciadła poza przepustem	$h_{wyl} = 253.00 \text{ mnpm}$
Prędkość przepływu w przekroju niezabudowanym	$v_0 = 3.34 \text{ [m/s]}$
Prędkość przepływu w przekroju zabudowanym przepustem	$v_p = 2.80 \text{ [m/s]}$
Prędkość przepływu w przekroju wylotowym	$v_{wyl} = 3.54 \text{ [m/s]}$
Światło przepustu	$L_{\text{św}} = 1.40 \text{ [m]}$
Kąt skrzyżowania osi przepustu z niweletą drogi	$\alpha = 75 \text{ [}^\circ\text{]}$

Koniec obliczeń hydraulicznych

Projektant: mgr inż. Jerzy Materek