

Домаћи 6

Устава

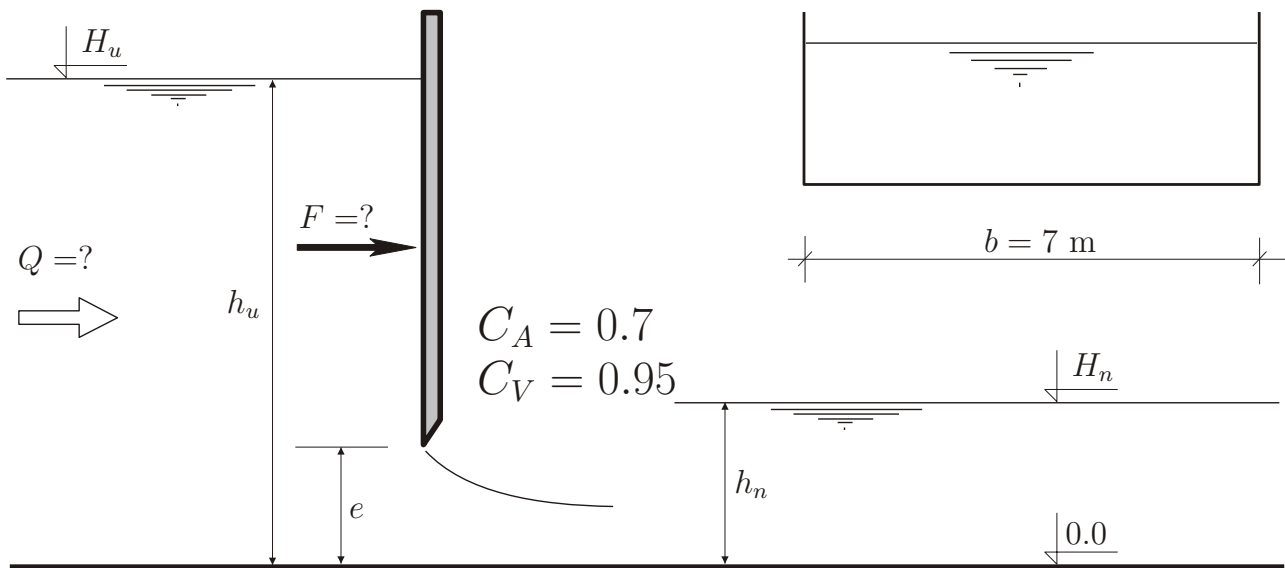
За регулацију протицаја у једном каналу правоугаоног попречног пресека ширине $b = 7 \text{ m}$, користи се табласта устава приказана на скици.

Дубина воде испред уставе је $h_u = 4 + \alpha/5 \text{ m}$, а отвореност уставе је $e = \beta/15 \text{ m}$.

Одредити протицај и силу на уставу уколико је ниво воде низводно од уставе:

1. $h_n = \beta/10 \text{ m}$,
2. $h_n = 2.5 + \beta/10 \text{ m}$,

Коефицијент контракције млаза је $C_A = 0.7$, а коефицијент брзине је $C_V = 0.95$.



Објашњења задатака

Устава спада у тзв. "кратке објекте" и код њих није могуће применити основну једначину за прорачун линије нивоа због изразите закривљености струјница. Због тога ће се у зони "кратких објектата" примењивати енергетска (Бернулијева) једначина. Потребно је напоменути да се устава поставља у канал правоугаоног попречног пресека.

Домаћи 6

Истицање испод уставе може бити непотопљено и потопљено. У наставку је описан поступак којим се то утврђује.

Непотопљено истицање испод уставе

Услови који морају бити задовољени да би се остварило непотопљено истицање испод уставе су:

- Ток непосредно низводно од уставе је буран.
- Ток узводно од уставе миран, а сила у пресеку "S" већа од силе у пресеку "N", тј. $h_S > h_n$.

Ако су ови услови задовољени, протицај се може срачунати применом Бернулијеве (енергетске) једначине:

$$h_u + \underbrace{\frac{Q^2}{2g A_u^2}}_{\approx 0} = h_S + (1 + \xi_{ust}) \frac{Q^2}{2g A_S^2} \quad (1)$$

Сређивањем претходне једначине, добијамо:

$$Q = \sqrt{\frac{2g A_S^2 (h_u - h_S)}{1 + \xi_{ust}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_{ust}}} A_S \sqrt{2g (h_u - h_S)} = C_V B C_A e \sqrt{2g (h_u - h_S)}$$

У претходној једначини је примењена једна карактеристика уставе која се назива коефицијент контракције млаза и представља однос:

$$C_A = \frac{h_S}{e} \quad (2)$$

Крајњи израз за протицај испод уставе при непотопљеном истицању је:

$$Q = \underbrace{C_Q}_{= C_A C_V} B e \sqrt{2g (h_u - h_S)} \quad (3)$$

Након што смо одредили протицај, силу којом вода делује на уставу ћемо добити применом динамичке једначине између пресека "N" и "S". Због малог нагиба и мале дужине деонице, силе тежине и трења се могу занемарити.

$$P_u + I_u = P_S + I_S + R \implies R \quad (4)$$

Силе притиска и инерцијална сила се рачунају на следећи начин:

$$\begin{aligned} P &= p_T A = \rho g \frac{h^2}{2} B, \\ I &= \rho Q V \end{aligned}$$

Потопљено истицање испод уставе

Овај случај се разликује од претходног у томе што се непосредно низводно од уставе формира "рецикулациона зона" (вртлог). Услов који мора бити задовољен да би се остварило потопљено истицање испод уставе је да је низводно од уставе ток миран, тј. $h_S < h_n$. Дубина која се остварује непосредно низводно од уставе је нешто већа (обележена је са h_p). Протицај се у овом случају одређује применом Бернулијеве једначине између пресека "1" и "2" а чијим сређивањем се долази до следеће једначине:

$$Q = C_Q B e \sqrt{2g(h_u - h_p)} \quad (5)$$

У претходној једначини су непознате и протицај Q и дубина h_p . Да бисмо овај проблем решили, поставићемо динамичку једначину између пресека "2" и "3".

$$P_p + I_S = P_3 + I_3 \quad (6)$$

Силе P_p и I_S се рачунају на следећи начин:

$$\begin{aligned} P_p &= \rho g \frac{h_p^2}{2} B, \\ I_S &= \rho Q V_S \end{aligned}$$

Након што смо одредили протицај и дубину иза уставе, одредућемо силу на уставу применом динамичке једначине између пресека "1" и "2".

$$P_1 + I_1 = P_p + I_S + R \implies R \quad (7)$$