

USLOVI I UPUTSTVA ZA HIDRAULIČKI RAČUN SABIRNOG KANALA U KOGA VODA PRELIVA SA NJEGOVOG BOKA

Prof. dr Georgije HAJDIN, dipl. građ. inž
Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

REZIME

Na osnovu rezultata objavljenih u ranijim radovima, u ovom radu se daju uputstva za proračun tečenja u sabirnim kanalima sa bočnim dotokom. Procedura hidrauličkog proračuna prikazana je na jednom brojnom primeru.

Ključne reči: sabirni kanal, bočni preliv

1. UPUTSTVA

Objekat na koji se odnosi rad obično se naziva "bočni preliv". Rad se zasniva na radovima [1], [2] i [3], koji su objavljeni između 1966. i 1967. godine. Iz tih radova proizilazi:

I. Računski nivo na početku sabirnog kanala može da bude (a da preliv ne bude potopljen) na polovini visine prelivnog mlaza:

$$\Pi_U - Z_{pr} = h_{pr} / 2$$

Oznake su prema slici 1.

II. Denivelacija u sabirnom kanalu $\Delta\Pi_0$ je:

$$\Delta\Pi_0 = \Pi_U - \Pi_0 = K V_0^2 / g$$

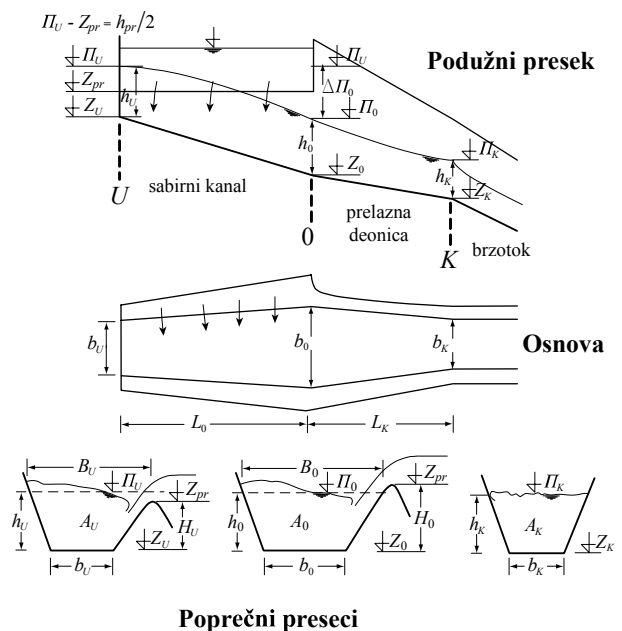
$$K = K_1 K_2 \quad K_1 = K_1(A_u / A_0)$$

$$K_2 = K_2(F_0) = \frac{1}{0.9 + 0.2F_0}$$

gde su: A_U , A_0 preseći na uzvodnom i nizvodnom kraju kanala, $V_0 = Q_0 / A_0$ brzina na nizvodnom kraju kanala pri proticaju Q_0 , $F_0 = \frac{V_0 B_0}{g A_0}$ Frudov broj na nizvodnom kraju. Oznake K , K_1 i K_2 su prema slici 2.

III. Spuštanje dna u prelaznoj deonici:

$$Z_0 - Z_K = h_K + \frac{V_K}{2g} - \left(h_0 + \frac{V_0}{2g} \right) + E_{izg} (0 \rightarrow K)$$



Slika 1. Sabirni kanal i prelazna deonica do brzotoka

IV. obezbeđuje da u sabirnom kanalu ne dođe do burnog tečenja:

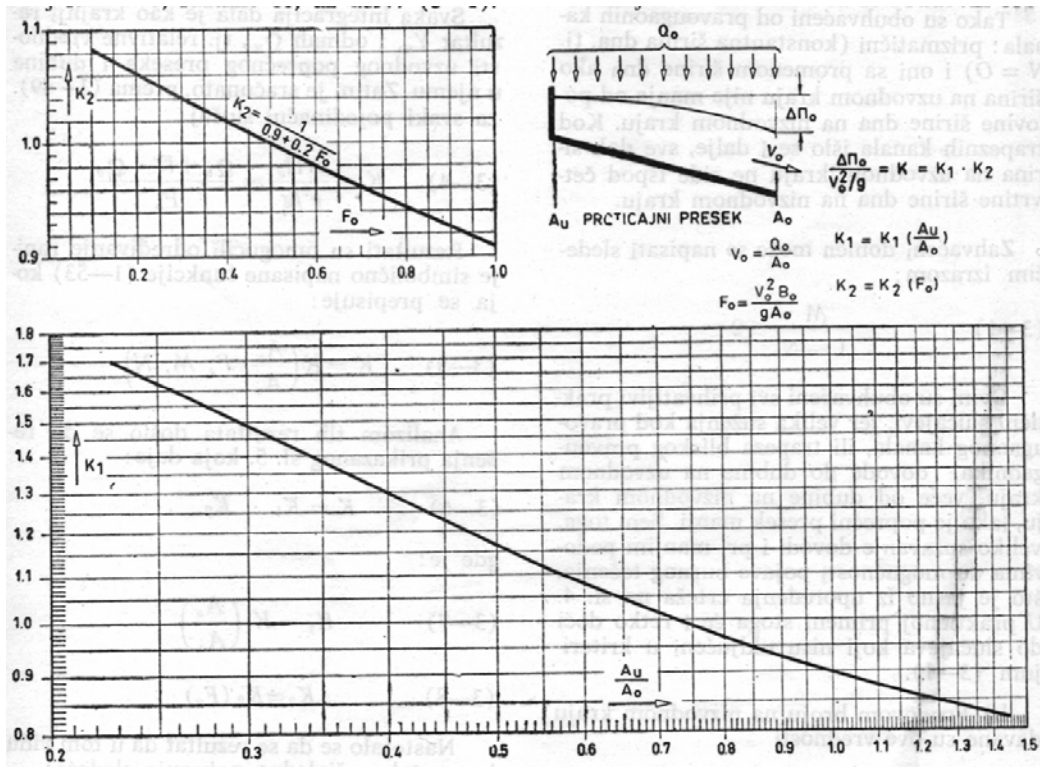
$$\Gamma < \Gamma_K \quad \Gamma = \frac{Z_K - Z_0}{A_0 / B_0}$$

gde je Γ_K definisano prema slici 3.

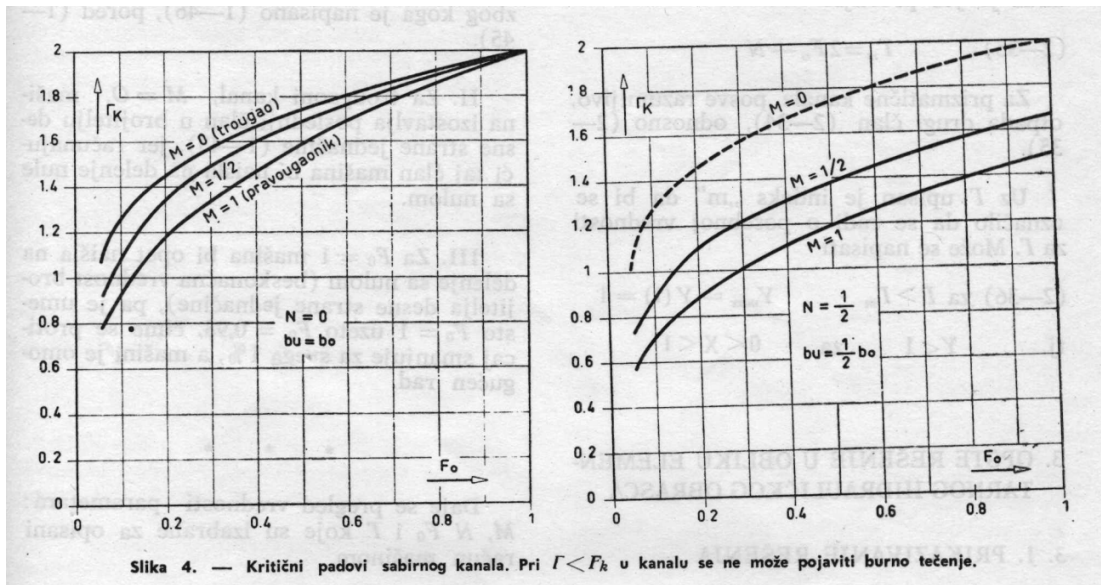
V. Tečenje u sabirnom kanalu neće biti ometano bočnim prodiranjem sa preliva ako je:

$$\frac{Q_0}{L_0} \frac{H}{\sqrt{gAh^3}} < 0.15$$

gde je H konstruktivna dubina kanala (od prelivne ivice do dna).



Slika 2. Grafikon za određivanje ukupne denivelacije u sabirnom kanalu [2]



Slika 4. — Kritični padovi sabirnog kanala. Pri $\Gamma < \Gamma_K$ u kanalu se ne može pojaviti burno tečenje.

Slika 3. Kritični padovi sabirnog kanala. Pri $\Gamma < \Gamma_K$ u kanalu se ne može pojaviti burno tečenje [2]

2. PRIMER

Preliv je namenjen proticaju $Q_0 = 500 \text{ m}^3/\text{s}$, uz prelivni mlaz visine $h = 2 \text{ m}$. Dužina prelivne ivice jednaka je dužini sabirnog kanala L_0 :

$$L_0 = \frac{Q_0}{0.49\sqrt{2g h_{pr}^3}} = \frac{500}{0.49\sqrt{19.62 \times 8}} = 81.19 \quad L_0 = 82 \text{ m}$$

Poprečni preseki sabirnog kanala izabrani su da brzina bude oko 6 m/s , da uzvodni presek bude manji od nizvodnog. Nagibi bokova su 2:3 (za prelivnu) i 1:3 (za neprelivni blok).

Nizvodni presek sabirnog kanala (O)

$$b_0 = 10.0 \text{ m}, \quad h_0 = 6.0 \text{ m}, \quad B_0 = 16.0 \text{ m}, \\ A_0 = \frac{1}{2} (10+16) 6 = 78.0 \text{ m}^2$$

$$V_0 \frac{Q_0}{A_0} = \frac{500}{78} = 6.41 \text{ m/s} \quad \frac{V_0^2}{g} = 4.18 \text{ m}$$

$$F_0 = \frac{V_0 B_0}{g A_0} = \frac{4.18 \times 16}{78} = 0.86$$

Uzvodni presek sabirnog kanala (U)

$$b_U = 5.0 \text{ m}, \quad h_U = 5.5 \text{ m}, \quad B_U = 10.5 \text{ m}, \\ A_U = \frac{1}{2} (5.0+10.5) 5.5 = 42.6 \text{ m}^2$$

$$\frac{A_U}{A_0} = \frac{42.6}{78.0} = 0.55$$

Presek na nizvodnom kraju prelazne deonice (K)

Na preseku na nizvodnom kraju prelazne deonice (na početku brzotoka) Frudov broj je $F_K = 1$.

$$h_K = 6.7 \text{ m}, \quad b_K = 8 \text{ m}, \quad B_K = 8 + (2/3 \times 6.7) = 12.47 \text{ m}, \\ A_K = \frac{1}{2} (8+12.47) 6.7 = 68.6 \text{ m}^2$$

$$V_K = \frac{Q_0}{A_K} = \frac{500}{68.6} = 7.29 \text{ m/s} \quad \frac{V_K^2}{g} = 5.42$$

$$F_K = \frac{V_K^2 B_K}{g A_K} = \frac{5.42 \times 12.5}{68.6} = 0.99 \approx 1$$

2.1 Visinski položaj preseka

Prema uputstvima od I do V sledi:

I. Nivo na početku sabirnog kanala

$$\Pi_U = Z_{pr} + h_{rp} / 2 = 1.0 \text{ m}$$

II. Denivelacija u sabirnom kanalu

$$\Pi_U - \Pi_0 = \Delta \Pi_0 = K V_0^2 / g = K_1 K_2 V_0^2 / g \\ \Delta \Pi_0 = 1.12 \times 0.93 \times 4.18 = 4.35 \text{ m}$$

Spuštanje dna u sabirnom kanalu:

$$Z_U - Z_0 = h_0 + \Delta \Pi_0 - h_U = 6 + 4.35 - 5.5 = 4.85 \text{ m}$$

III. Spuštanje dna u prelaznoj deonici

Terenski uslovi nameću njenu dužinu – neka je $L_{pr} = 100 \text{ m}$.

$$Z_0 - Z_K = h_K + \frac{V_K^2}{2g} - \left(h_0 + \frac{V_0^2}{2g} \right) + E_{izg} (0 \rightarrow K)$$

$$Z_0 - Z_K = 6.7 + 2.71 - (6.0 + 2.09) + E_{izg} (0 \rightarrow K)$$

$$Z_0 - Z_K = 1.32 + E_{izg} (0 \rightarrow K)$$

Gubitak E_{izg} je gubitak usled trenja, jer je prelazna deonica bez naglih promena preseka (prelaz je postepen) i bez skretanja:

$$E_{izg} = L_{pr} 1/2 [I_{tr}(0) + I_{tr}(K)]$$

$$E_{izg} = \frac{L_{pr}}{2} \left[\left(\frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} \right)_0 + \left(\frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} \right)_K \right]$$

$$E_{izg} = \frac{L_{pr}}{2} n^2 \left[\left(\frac{V^2}{R^{4/3}} \right)_0 + \left(\frac{V^2}{R^{4/3}} \right)_K \right]$$

Računa se sa prosečnim nagibom trenja I_{tr} , hidrauličkim radiusom R i sa Manningovom formulom – uzeće se $n = 0.014 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$.

Hidraulički radiusi su:

$$R_0 = \frac{A_0}{O_0} = \frac{A_0}{b_0 + h_0 (\sqrt{10/9} + \sqrt{13/9})} = \frac{78}{10 + 6 \times 2.25} = 3.32 \text{ m}$$

$$R_K = \frac{A_K}{O_K} = \frac{A_K}{b_K + 2h_K \sqrt{10/9}} = \frac{64.6}{8 + 13.6 \times 1.05} = 2.90 \text{ m}$$

$$E_{izg} = \frac{100}{2} 0.014^2 \left(\frac{6.14^2}{3.32^{4/3}} + \frac{7.29^2}{2.9^{4/3}} \right) = 0.21 \text{ m}$$

$$Z_0 - Z_K = 1.32 + 0.21 = 1.53 \text{ m}$$

IV. U sabirnom kanalu neće doći do burnog tečenja, jer je $\Gamma < \Gamma_K$

$$\Gamma = \frac{Z_U - Z_0}{A_U / B_U} = \frac{4.85 \times 16}{76} = 0.99$$

$\Gamma_K = f(M, N)$ gde je M pokazatelj oblika nizvodnog preseka $M = b_0 / B_0 = 10/16 = 0.63$, a N stepen sužavanja dna $N = (b_0 - b_K) / b_0 = (10-5) / 10 = 0.5$. Ranije je izračunato $F_0 = 0.86$. Za navedene vrednosti M, N i F_0 , prema dijagramu sa slike 3., $\Gamma_K = 1.6$.

V. Tečenje u sabirnom kanalu neće biti ometano bočnim prelivanjem ako je:

$$\frac{Q_0}{L_0} \frac{H}{\sqrt{g A h^3}} < 0.15$$

Za uzvodni kraj sabirnog kanala (U)

$$\frac{Q_0}{L_0} \frac{H_U}{\sqrt{g A_U h_U^3}} = \frac{500}{85} \frac{4.5}{\sqrt{9.81 \times 42.6 \times 5.5^3}} = 0.100 < 0.150$$

Za nizvodni kraj sabirnog kanala (0)

$$\frac{Q_0}{L_0} \frac{H_0}{\sqrt{g A_0 h_0^3}} = \frac{500}{85} \frac{9.35}{\sqrt{9.81 \times 78 \times 6^3}} = 0.130 < 0.150$$

LITERATURA

- [1] Hajdin, G. (1966), *O osnovnim zakonitostima tokova sa usputnom promenom proticaja*, Saopštenja, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi, Beograd, br. 37, str. 23-29.
- [2] Hajdin, G. (1966), *Sabirni kanali sa ravnomernim proticajem*, Saopštenja, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi, Beograd, br. 39, str. 39-69.
- [3] Hajdin, G. (1967), *Uticao bočnog prelivanja na tečenje u sabirnom kanalu*, Saopštenja, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi, Beograd, br. 43, str. 5-12.

FLOW CONDITIONS AND CALCULATION GUIDE FOR SIDE INFLOW RECIPIENT CANALS

by

Prof. dr Georgije HAJDIN, dipl. građ. inž
Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade

Summary

Assessing the results published in previous papers, flow conditions and calculation guide for side inflow recipient canals are given in this paper. The hydraulic

computational procedure is presented by a numerical example.

Key words: recipient canals, side weirs

Redigovano 22.12.2006.