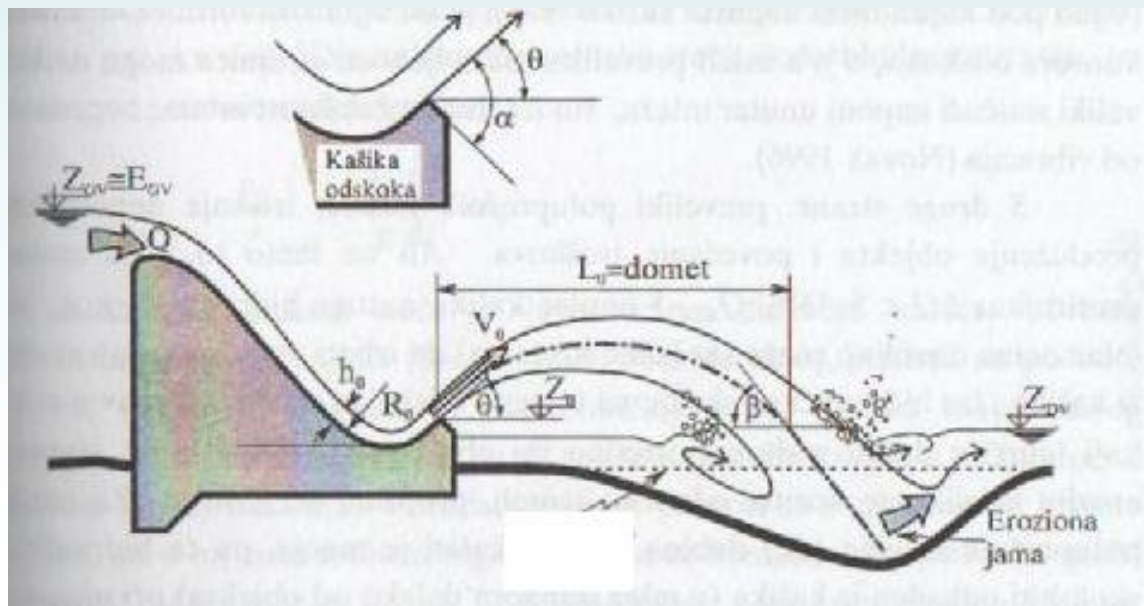


TIPOVI PRELJEVA

1.SLOBODNI ODSKOK – SKI SKOK

- Sve se češće primjenjuje
- kod velikih brana osobito zbog vrlo velikih brzina
- Kao dio građevine odskok je zaobljeni nastavak brzotoka koji omogućava odbacivanje mlaza
- U početku primjena smo kod “zdravih stijena”, ali se utvrdilo da je erozije pitanje vremena, a ne kvalitete stijenske mase

- Visinski položaj tjemena (vrha) odskoka (Z_o)
- Radijus odskoka (R_o)
- Kut odskoka (θ)
- Dužina (domet) odskoka (L_o)
- Kut udara mlaza o donju vodu (β)



- Z_o =kota tjemena
- Što je kota tjemena niža- dolazna brzina je veća, a time i dužina odskoka
- Tjeme ne bi smjelo biti potopljeno zbog izazivanja erozije uz sami objekt
- optimalno: $Z_o > Z_{DV}$

- **Radius odskoka**= kružni isječak konstantnog radijusa
- $3h_0 \leq R_0 \leq 8h_0$
- Gdje je h_0 = dubina vode u brzotoku neposredno prije doskoka (uključujući aerirani prirast brzine)

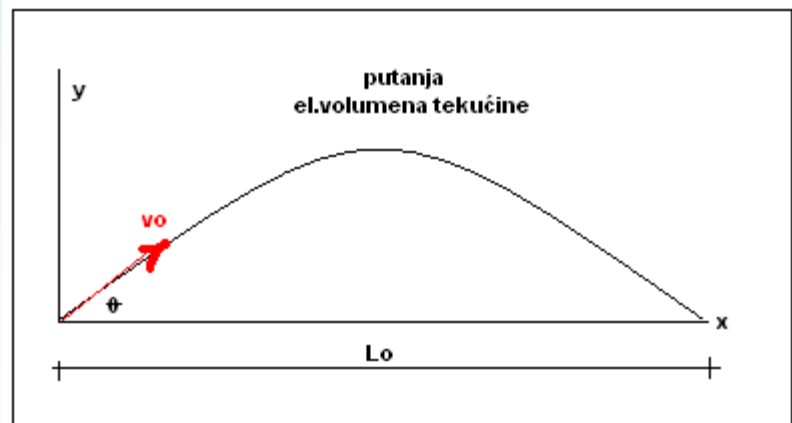
Kut odskoka (θ)

- Treba omogućiti što dalje odbacivanje mlaza
- Određuje i kut udara mlaza o donju vodu (ne bude “proklizavanja” i pronošanje energije nizvodno)
- Putanja kosog hitca krutog tijela
- Veći od 40°

$$x = v_0 t \cos \theta$$

$$y = v_0 t \sin \theta - g t^2 / 2$$

$$y = x \tan \theta - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta}$$



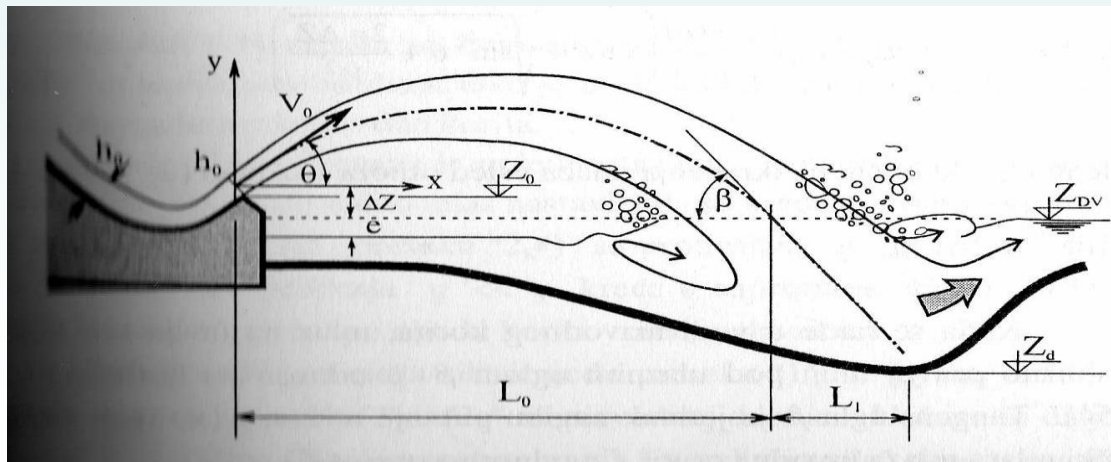
- Max.vrijednost za:

$$\theta = \pi/4 \Rightarrow \text{Dužina (domet) odskoka (} L_0 = v_0^2 / \rho g \text{)}$$

Također iz jednadžbe kosog hitca

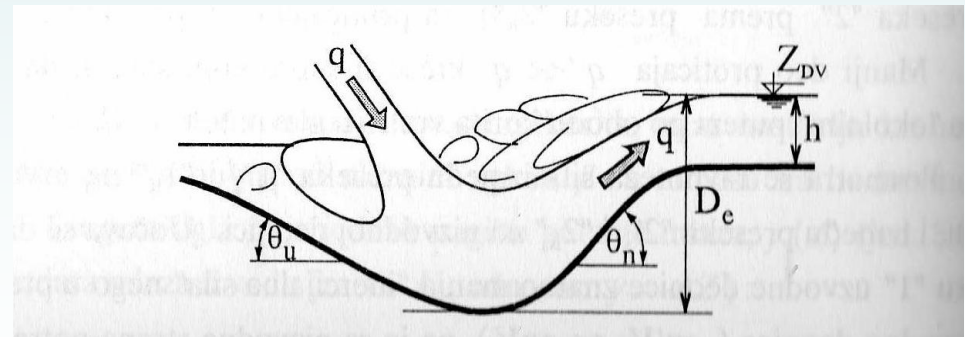
Dužina L_1 predstavlja putanju od ulaska mlaza u donju vodu do dna i ovisi o kutu udara mlaza o donju vodu (β)

$$L_1 = (Z_{DV} - Z_d) / \text{tg} \beta$$



EROZIJSKA JAMA

- Nastaje tijekom vremena i najvažniji parametar je dubina (D_e)
- (D_e)= $f(q, H, d_{50}, h, g, \varphi_A, \beta..)$



- Jedan od empirijskih izraza (Mason, Aruguman, 1985)
- Najvažniji utjecaj ima specifični dotok (q) i ukupna razlika gornje i donje vode (H)

$$D_e = K \frac{q^X H^Y h^W}{g^V d 50^Z}$$

$$K = 6,42 - 3,10H^{0,1}$$

$$X = 0,60 - H / 300$$

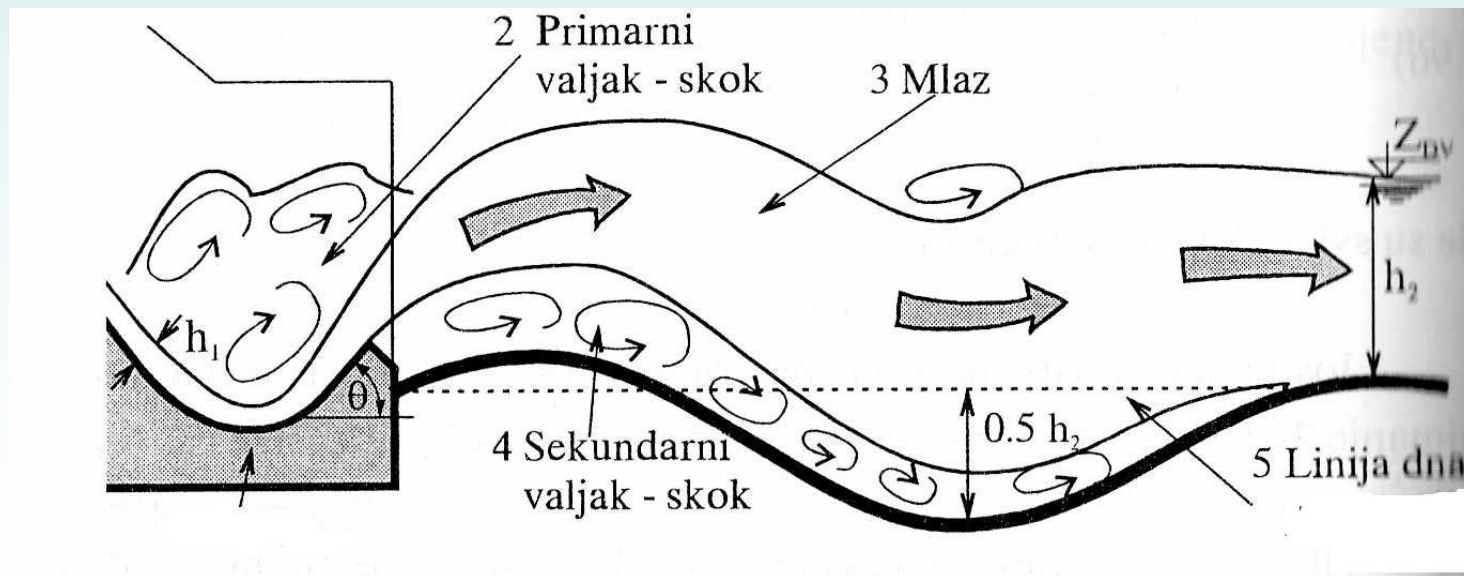
$$Y = 0,05 + H / 200$$

$$W = 0,15$$

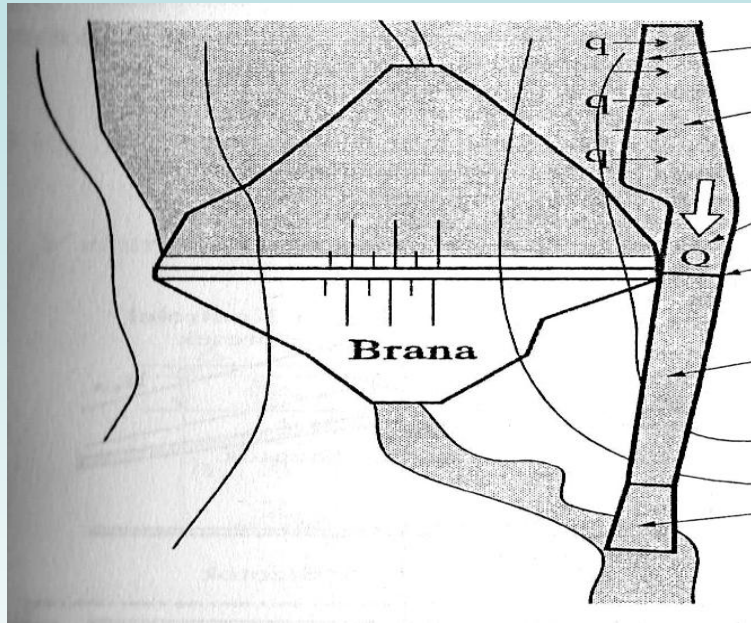
$$V = 0,30$$

$$Z = 0,10$$

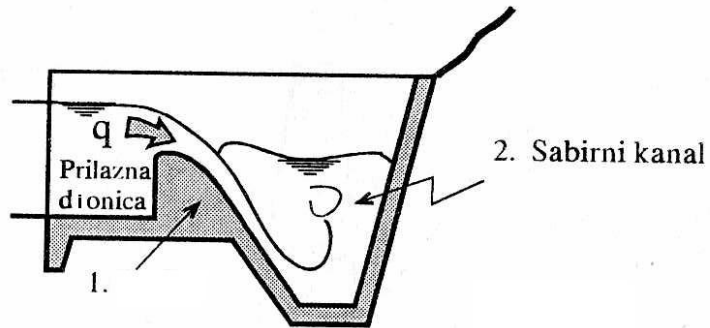
- **Utjecaj potopljenosti skoka-** dodatni umirivač energije ako je donja voda dovoljno visoka
- **Prednost-** jednostavnija izvedba bazena, manja nizvodna erozija
- **Nedostatak-** veća dubina i osjetljivost na promjenu razine donje vode



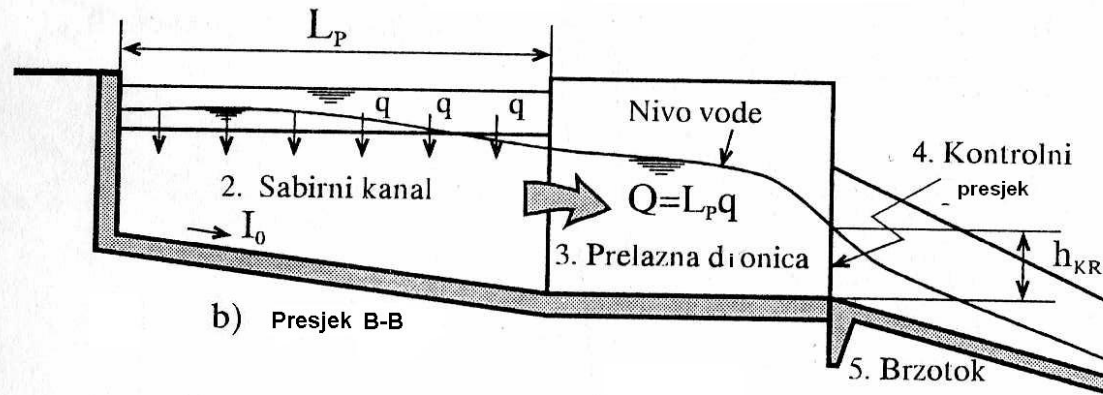
2. BOČNI PRELJEV



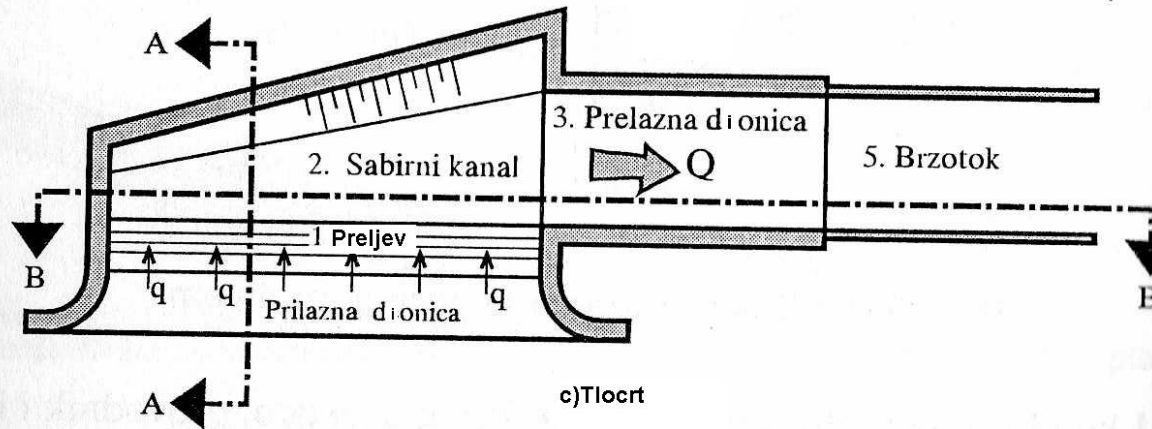
- Preljevanje okomito na strujanje u nizvodnom (sabirnom) kanalu
- Kada nema dovoljno prostora osigurana velika dužina preljevne krune



a) Presjek A-A



b) Presjek B-B



c) Tlocrt

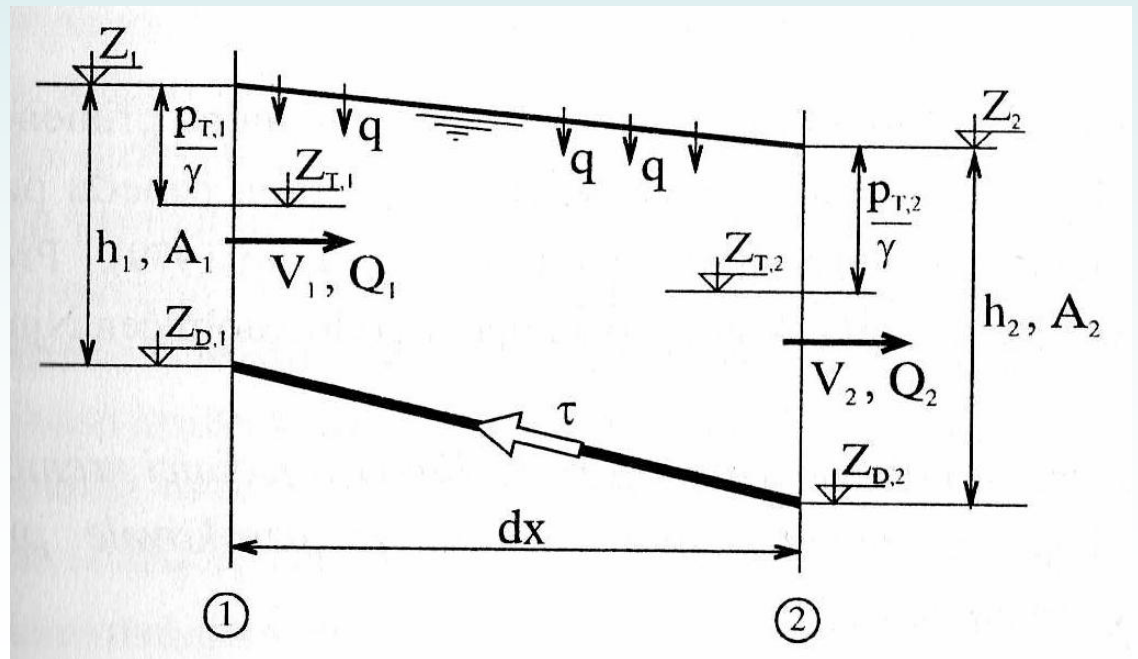
Uvjeti:

- Cijelom dužinom sabirnoga kanala treba osigurati **MIRNI REŽIM** strujanja
- Turbulenciju bočnog dotoka umiriti → veća dubina nego širina kanala
- Osigurati **NEPOTOPLJENO** prelijevanje
- Osigurati dreniranje sabirnog kanala da uzgon ne bi uzrokovao isplivavanje
- Umiriti vibracije

HIDRAULIČKA SCHEMA

- Primjena
JEDNADŽBE
ODRŽANJA
KOLIČINE GIBANJA

.....



$$Q_1 = Q$$

$$Q_2 = Q + dQ$$

$$A_1 = A$$

$$A_2 = A + dA$$

$$v_1 = v$$

$$v_2 = v + dv$$

.....

$$\begin{aligned} \rho(Q + dQ)(v + dv) - \rho Qv - \rho q dx v_q = p_T A - (p_T + dp_T)(A + dA) + (p_T + \frac{1}{2} dp_T) dA + \\ + \rho g \left(A + \frac{1}{2} dA \right) dx \left(-\frac{dz_T}{dx} \right) - \left(\tau + \frac{1}{2} d\tau \right) \left(O + \frac{1}{2} dO \right) dx \end{aligned}$$

v_q = komponenta brzine bočnog dotoka u smjeru strujanja gl.toka

- Neki članovi se zanemaruju i ako cijeli izraz prikažemo po jedinici težine ($\rho g dA dx$):
- Rješavanje po Z_1 -iteracijom ($A_1 = A_2 \dots$)

$$\rho Q dV + \rho Q dV = -A(dp_T + \rho g dz_T) - \rho g R I_{tr} O dx$$

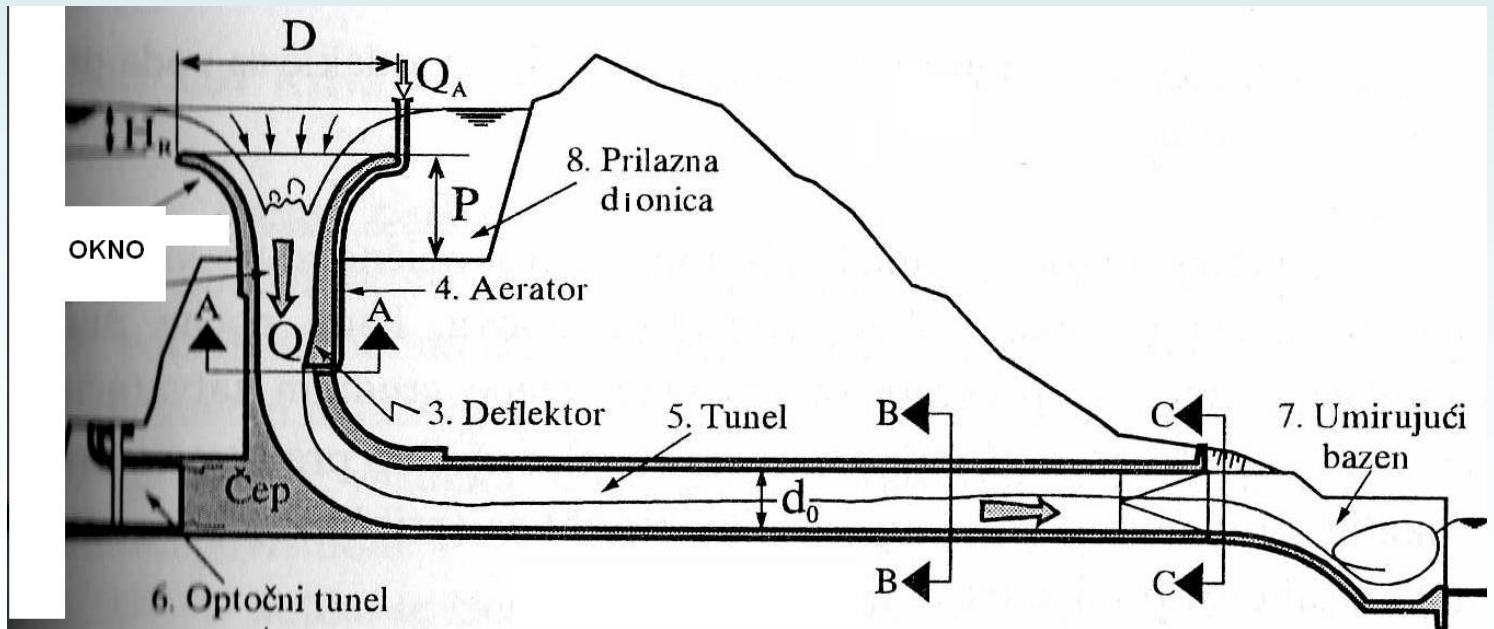
.....

$$Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_1 + v_2}{A_1 + A_2} \frac{q \Delta x}{g} - E_2 = 0$$

$$E_2 = Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

3. BUNARSKI PRELJEV

- Ljevkaasti preljev oblikovan kao Creagerov preljev praktičnog profila



- DIJELOVI:

- **Provodnik-**

1. vertikalno okno

2. deflektor-odvaja mlaz od stijenke okna (“skretač mlaza”)

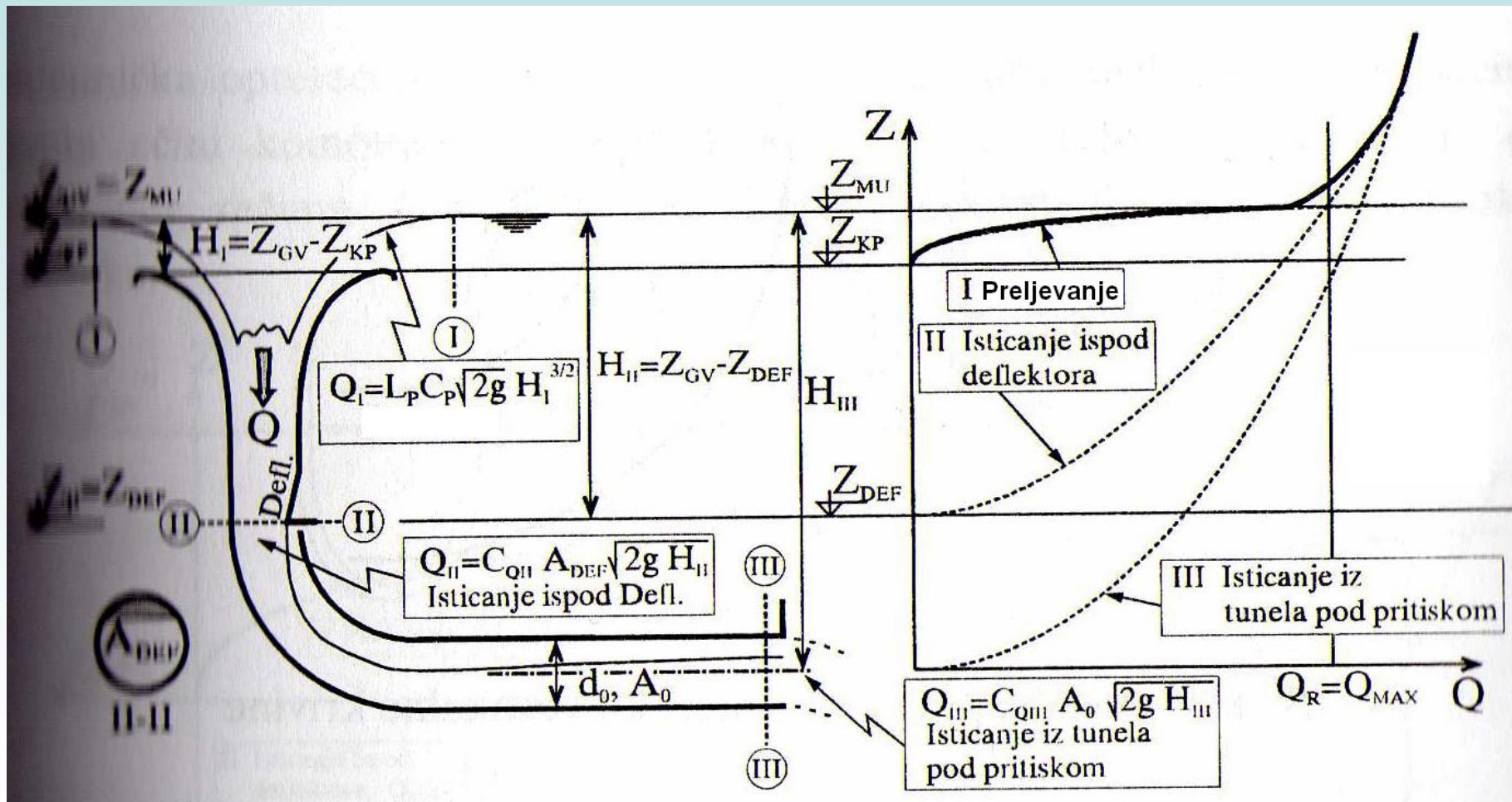
3. aerator kojim se dovodi zrak i sprječava nastanak potlaka

4. tunel u kojem se javlja strujanje sa slobodnom vodnom površinom

Izlazni dio –umirujući bazen ili ski skok

DIMENZINIRANJE

- 3 karakteristična (kontrolna) presjeka
 1. preljevna kruna- slobodno prelijevanje
 2. presjek deflektora- od ovog presjeka počinje strujanje sa slobodnom vodnom površinom (iznad njega je tlačno strujanje)
 3. Izlazni presjek – strujanje sa slobodnom vodnom površinom (izuzetno tlačno)



$$Q_1 = L_p C_p \sqrt{2g} H_1^{3/2}$$

$$Q_2 = C_{Q2} A_{def} \sqrt{2g} H_2^{1/2}$$

$$Q_3 = C_{Q3} A_o \sqrt{2g} H_3^{1/2}$$

$$H_1 = Z_{GV} - Z_{KP}$$

$$H_2 = Z_{GV} - Z_{def}$$

$$H_3 = Z_{GV} - Z_{ostunela}$$

$$L_p = \pi D$$

$$Z_{GV} = Z_{MU}$$

- Aeracija je nužna kod većih padova jer je tlačno strujanje hidraulički neprihvatljivo zbog pojave potlaka i kavitacije
- Pri koti maksimalnog uspora:

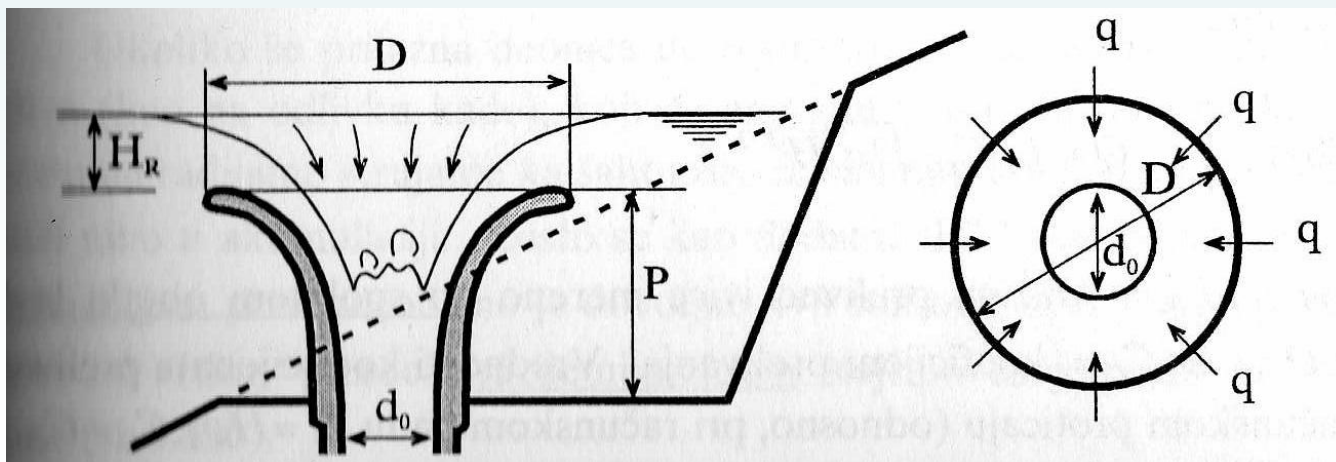
$$Q_1 \sim Q_2 = Q_{\text{rač}} = Q_{\text{max}}$$

Q_1 ima ekponencijalno povećanje protoka (3/2)

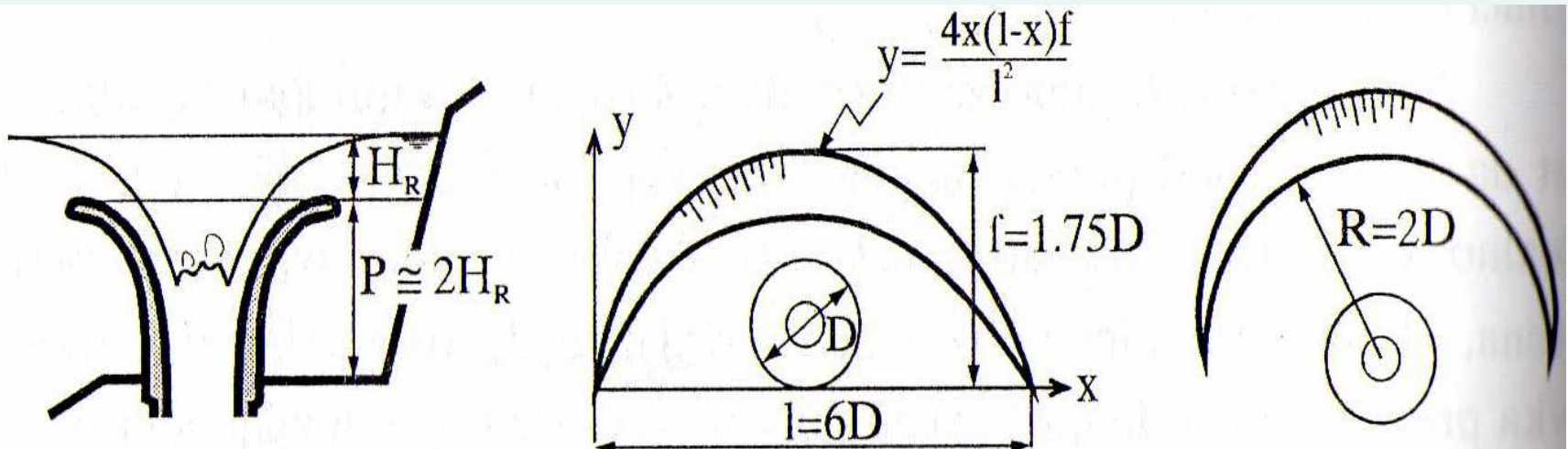
Q_2 ima ekponencijalno povećanje protoka (1/2)

→ **Q_2 bi trebao biti veći od Q_1 radi sigurnosti**

- **PRELJEVNI LIJEVAK** – obično $D=40-50\text{m}$
- Veći promjer- niža razina vode u akumulaciji i niža brana, veći troškovi
- Zakrivljenost lijevka definirana je projektiranom visinom preljevnog mlaza (H_R) kao Creagerov preljev



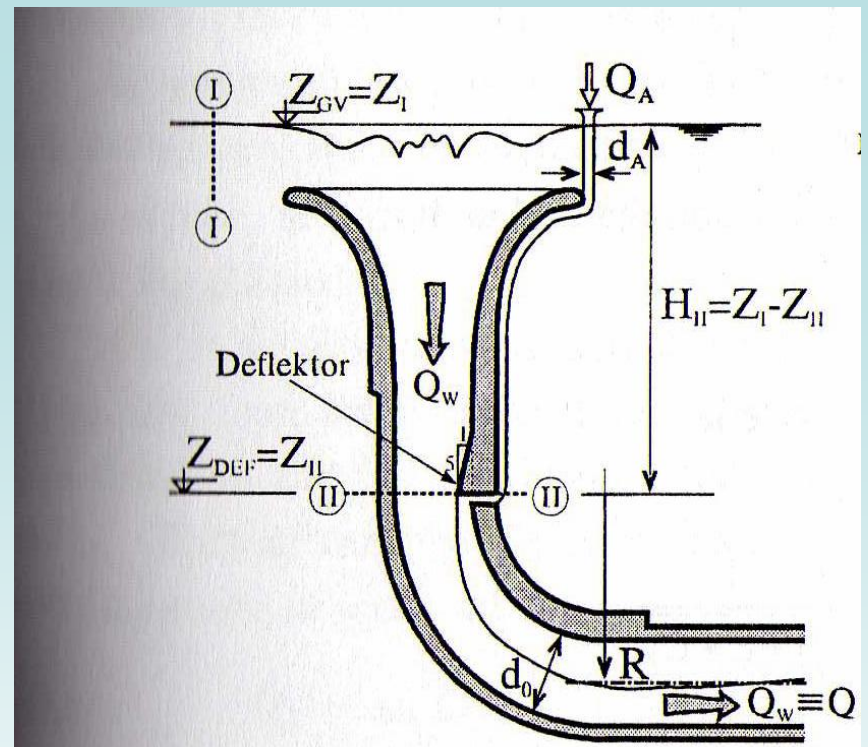
- Preljev ne bi smio biti potopljen
- Idealno prelijevanje- radijalni dotok
- Usmjerivači
- Obično se događa obodno (ometano)prelijevanje – zbog blizine obale – stvarno strujanje je 3-5% manje nego idealno



VERTIKALNO OKNO

- Dimenzioniranje na $Q_2 > Q_1$ – zbog sprječavanja potopljenosti

DEFLEKTOR na kraju vert. okna i **DOVOD ZRAKA**



$$Z_1 = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta E_{1-2}$$

$$\Delta E_{1-2} = \xi \frac{v_2^2}{2g}$$

- Koeficijent protoka ovisi o radijusu zakrivljenosti vertikalne krivine i njezinom promjeru (R/d_o)
- $3,5 \geq R/d_o \geq 2,5$

AERACIJA

SVRHA: osiguranje strujanja sa slobodnom vodnom površinom

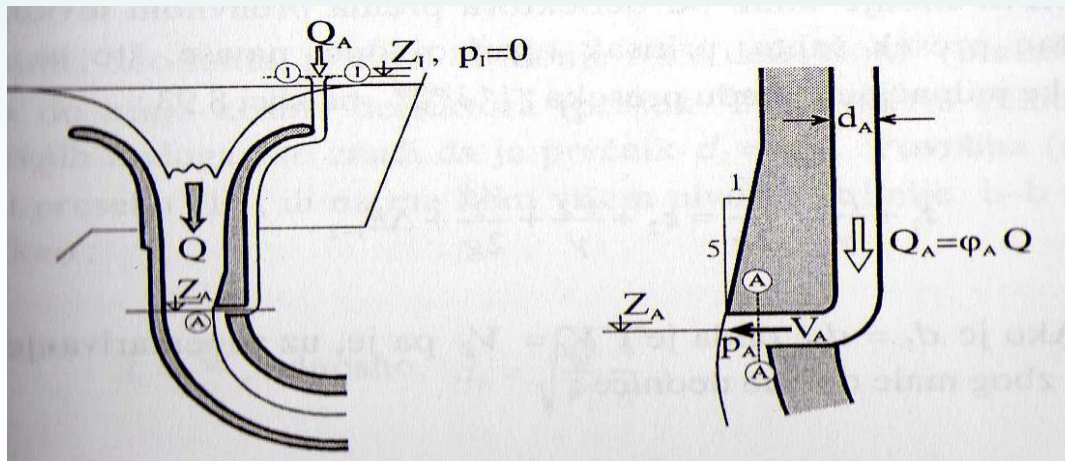
– na početku vertikalne krivine

- Protok zraka Q_A

$$Q_A = \varphi_A Q$$

Koeficijent ozračivanja ovisi o turbulentnosti toka
(Fr)

Promjer cijevi za zrak takav da omogući do brzine
50m/s



DIMENZIONIRANJE OKNA

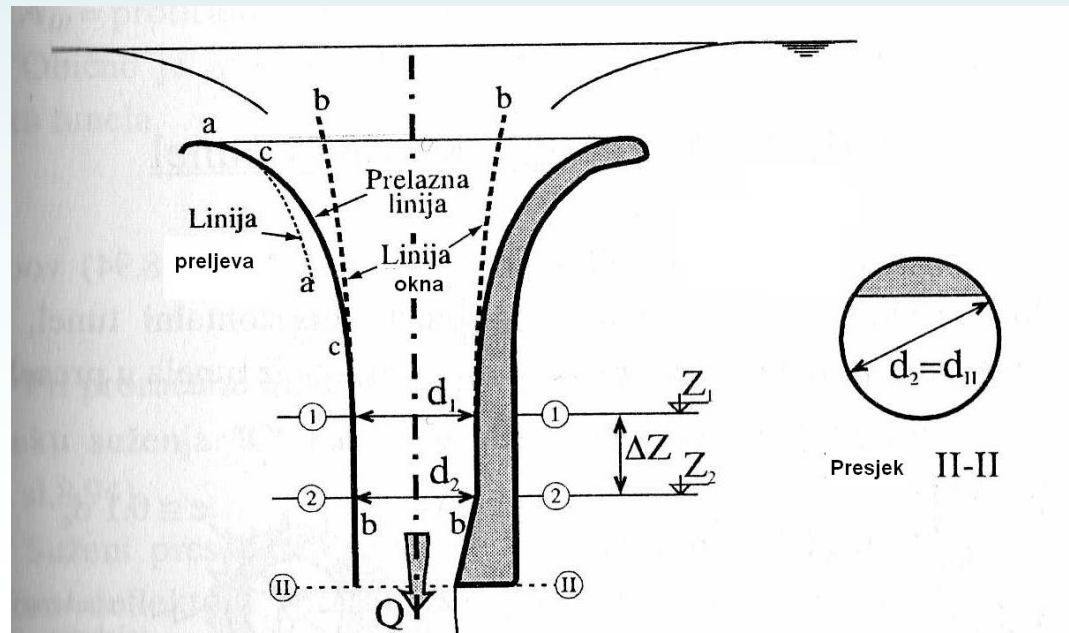
- Ne smije biti lokalnih gubitaka
- Ne smije biti potlak
- Ne smije biti kavitacije

POJAVA POTLAKA

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta E_{1-2}$$

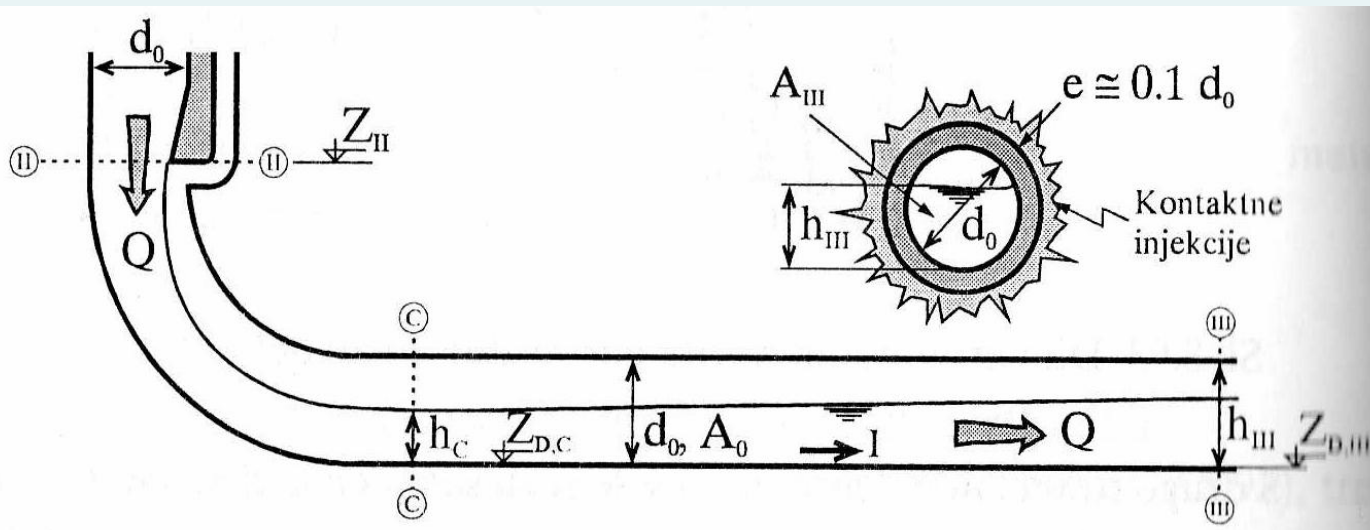
$$d_1 = d_2$$

$v_1 = v_2 \Rightarrow$ tlak opadaprema gorei može biti negativan
optimalno: $p_1 = 0$



VERTIKALNA KRIVINA I TUNEL

- Presjek tunela dovoljno velik da bude strujanje sa slobodnom vodnom površinom pri ozračenom dotoku vode (75-80% ispunjenosti)



- Obloga tunela obavezna
- Debljina obloge $e=0,1d_0$
- Uzdužni pad: 0,1-1,0%
- Zbog malog promjera tunela umirujući bazen često treba proširiti

POSTUPAK DIMENZIONIRANJA OKNA I TUNELA

1. Procjena promjera tunela
2. Površina presjeka tunela (80% ispunjenosti)
3. Radijus vertikalne krivine → Kota presjeka deflektora Z_2

$$v_3 = 0,85\sqrt{2gH_3}$$

$$A_0^1 = \frac{1}{0,8} \frac{Q}{v_3}$$

$$d_0^1 = \sqrt{4 \frac{A_0^1}{\pi}}$$

4. Površine presjeka deflektora iz odnosa

$A_{\text{def}}/A_0=0,8-0,85$ dobije se površina okna koja bi trebala biti jednaka procijenjenoj površini tunela A_0^1

5. Ako površine nisu jednake postupak ponoviti

.....

6. Provjera ispunjenosti uz proračun linije razine vode u tunelu

7. Dimenzioniranje okna (Bern. jednadžba, $p_1=0$)