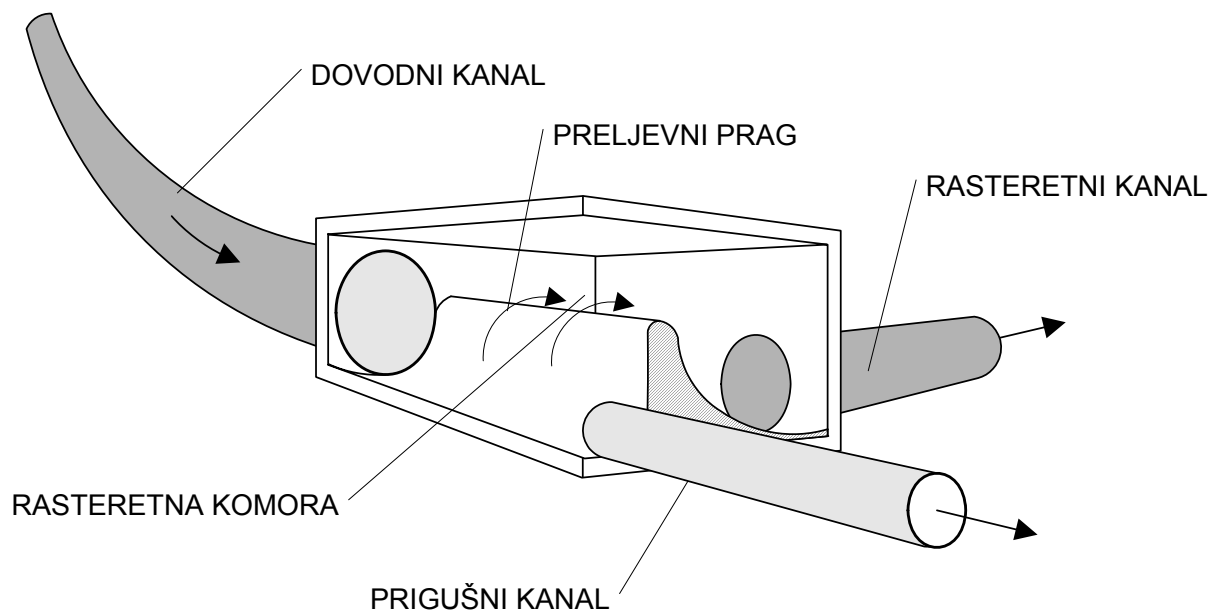


# KIŠNA RASTEREĆENJA

**Rasterećenja su hidrotehničke građevine u kojima se dotoci veći od nekog odabranog kritičnog, odvajaju ili rasterećuju.**

## KIŠNO RASTEREĆENJE



**Osim regulacijske funkcije, tj. raspodjele dotoka, rasterećenja imaju i sanitarnu funkciju u slučajevima kad je kakvoća vode povezana s veličinom dotoka.**

**PRIMJENA:**

**MJEŠOVITI SUSTAV ODVODNJE:**

**Kišna rasterećenja na mreži zbog smanjenja hidrauličkog opterećenja nizvodnih sakupljača,  
Rasterećenja neposredno ispred UPOV.**

**RAZDJELNI I POLURAZDJELNI SUSTAV ODVODNJE**

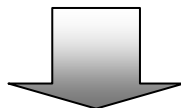
**Rasterećenje “čistih” oborina,  
Rasterećenje prvih oborinskih dotoka u kanal otpadne vode.**

# KRITERIJI PRIMJENE

## Kišna rasterećenja na mješovitim sustavima odvodnje

Značajke mješovitog sustava odvodnje:

- oborinski dotoci s povećanjem pripadne slivne površine naglo rastu, a s njima i profili cjevovoda,
- dotoci sanitarnih otpadnih voda su prema oborinskim relativno mali (odnos 1: 5 – 1:20),
- koncentracije onečišćenja u oborinskoj vodi brzo se smanjuju (učinak prvog udara).

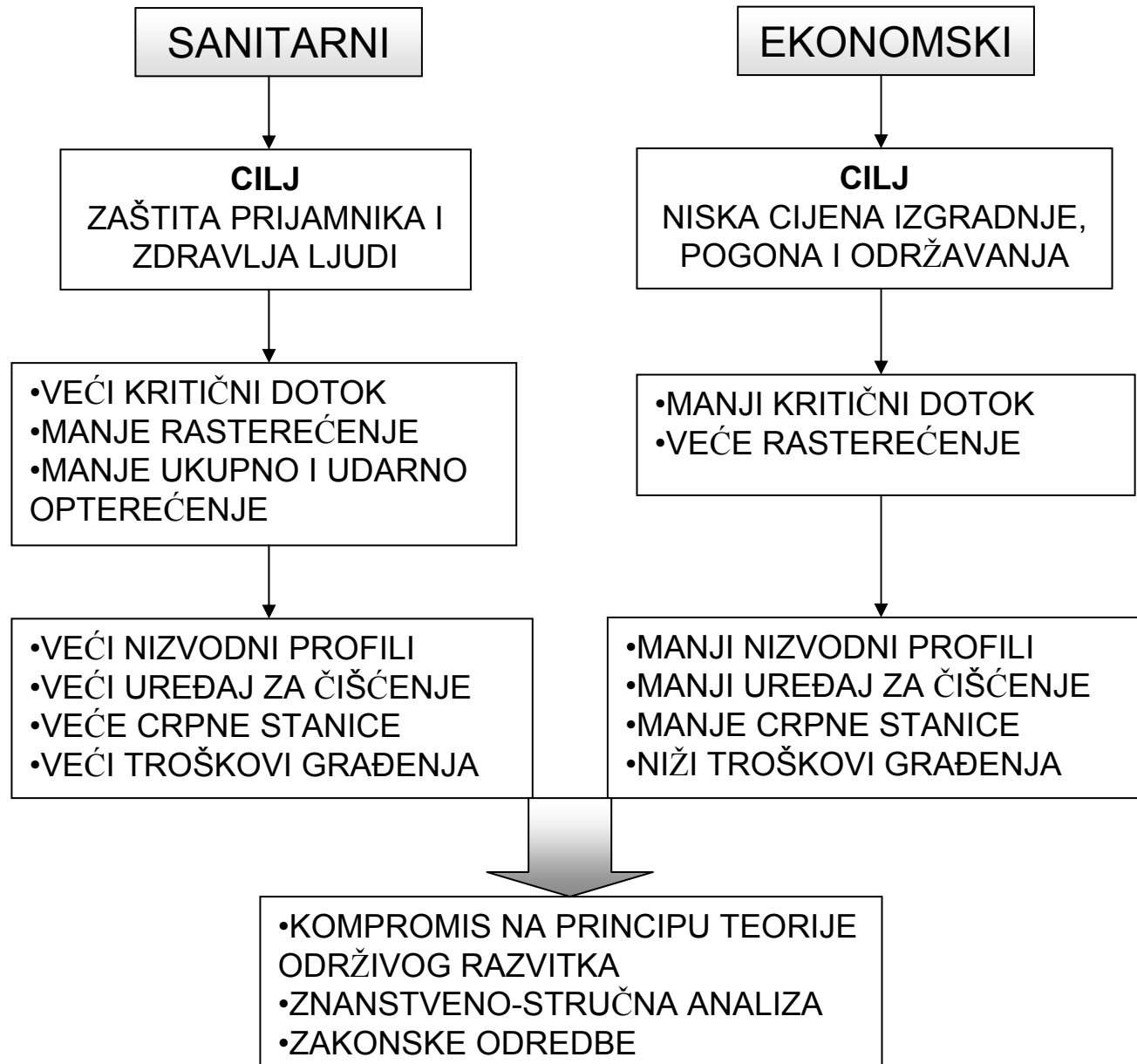


- kod određenog omjera miješanja oborinskih i sanitarnih otpadnih voda moguće je kanale rasteretiti,
- rasteretne vode ne smiju ugroziti prijamnik po kriteriju udarnog i dugotrajnog opterećenja onečišćenjem.



**POTREBNO JE ODREDITI PRIHVATLJIV KOEFICIJENT  
RAZRJEĐENJA**

# ODNOS SANITARNOG I EKONOMSKOG KRITERIJA ZA KORIŠTENJE KIŠNOG RASTEREĆENJA



# ZNANSTVENI PRISTUP

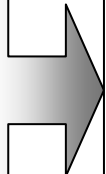
ZNANSTVENIM ISTRAŽIVANJIMA I MODELIRANJEM, MOGUĆE JE ODREDITI FUNKCIONALNU OVISNOST OSNOVNIH PARAMETARA KAKVOĆE U PRIJAMNIKU

U SUGLASJU S TEORIJOM ODRŽIVOG RAZVOJA DRŽAVA KATEGORIZIRA SVE VODOTOKE (PRIJAMNIKE) U ODREĐENE RAZREDE KAKVOĆE

ISTRAŽIVANJIMA:

- KAKVOĆE OTPADNIH VODA
- STVARANJA I ISPIRANJA ONEČIŠĆENJA U SLIVU,
- KARAKTERISTIKA OBORINA

MOGUĆE JE MATEMATIČKIM MODELIRANJEM SIMULIRATI HIDRAULIČKE I MASENE DOTOKE ONEČIŠĆENJA.



POVEZIVANJEM MODELA KAKVOĆE VODE U PRIJAMNIKU I KAKVOĆE ISPUŠTENIH I RASTEREĆENIH KANALSKIH VODA MOGUĆE JE ODREDITI DOZVOLJENE VOLUMENE VODE I MASE ONEČIŠĆENJA KOJE SE SMIJU ISPUSTITI U PRIJAMNIK UZ ZADOVOLJENJE PRIJE UTVRĐENIH STANDARDA

# PRAKTIČKI PRISTUP

**1. NAJJEDNOSTAVNIJI I NAJLOŠIJI NAČIN JE “PROCJENA” KOEFICIJENTA MIJEŠANJA ( $Q_F : Q_O$ ) KOJA SE PRIMJENJUJE NA CIJELI SLIV.**

**2. ODREĐIVANJE KRITIČNE OBORINE I KRITIČNOG DOTOKA NA TEMELJU DOZVOLJENE KONCENTRACIJE RASTERETNE VODE  $C_{DOP}$ .**

$$Q_{KRIT} = I_{KRIT} \cdot F_{RED}$$

$$(Q_F + Q_{KRIT}) \cdot C_{DOP} = Q_F \cdot C_F + Q_{KRIT} \cdot C_{KRIT}$$

$$I_{KRIT} = \frac{Q_F}{A_{RED}} \cdot \frac{C_F - C_{DOP}}{C_{DOP} - C_{KRIT}}$$

## **3. ATV – STANDARD A-128**

$$Q_{KRIT} = I_{KRIT} \cdot Z \cdot F_{FRED}$$

$$Z = 1 - t_k/200$$

**4. ODABIR KRITIČNOG INTENZITETA OBORINE KOJI ĆE OMOGUĆITI ISPIRANJE NAJVEĆEG DIJELA ONEČIŠĆENJA SA SLIVA I IMATI DOVOLJNO VELIKO SREDNJE GODIŠNJE TRAJANJE (80% - 90%).**

## **5. USPOSTAVA MODELA UPRAVLJANJA KOJI SE TEMELJI NA:**

**USPOSTAVA MODELA UPRAVLJANJA KOJI SE TEMELJI NA:**

- MATEMATIČKOM MODELU SIMULIRANJA KAKVOĆE OBORINSKIH I OTPADNIH VODA I VODE PRIJAMNIKA**
- SUSTAVU MJERENJA OSNOVNIH UPRAVLJAČKIH VELIČINA U REALNOM VREMENU.**
- SUSTAVU CENTRALNOG UPRAVLJANJA NAPRAVAMA ZA KONTROLU RASTEREĆENJA I DRUGIH UPRAVLJANIH UREĐAJA**

**ANALIZA RASTEREĆENJA OBAVLJA SE ZA CIJELI SLIV, A NE ZA SVAKO RASTEREĆENJE POSEBNO!!**

# KONSTRUKCIJA I OBLIKOVANJE

---

## TIPOVI

- OKOMITI
- BOČNI – JEDNOSTRANI I DVOSTRANI
- KOSI I ZAOBLJENI
- POSKOČNI ILI RAZDJELNI
- SIFONSKI
- SA ILI BEZ PRIGUŠENJA
- STATIČKI
- SAMOPODESIVI
- UPRAVLJANI

**PRIMJENA POJEDINOG TIPRA**

**RASTEREĆENJA OVISI O:**

- VELIČINI DOTOKA
- OBLIKU I POLOŽAJU KANALA
- RASPOLOŽIVOM PROSTORU
- POLOŽAJU PRIJAMNIKA
- VISINSKIM ODNOSIMA GORNJE I DONJE VODE
- REŽIMU TEČENJA



## **MATERIJALI GRAĐENJA:**

- U PROŠLOSTI OPEKA
- BETON
- ARMIRANI BETON

## **OBLAGANJE:**

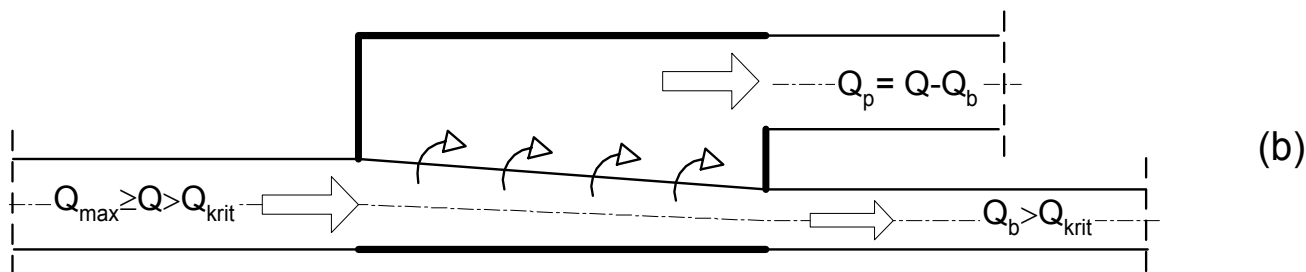
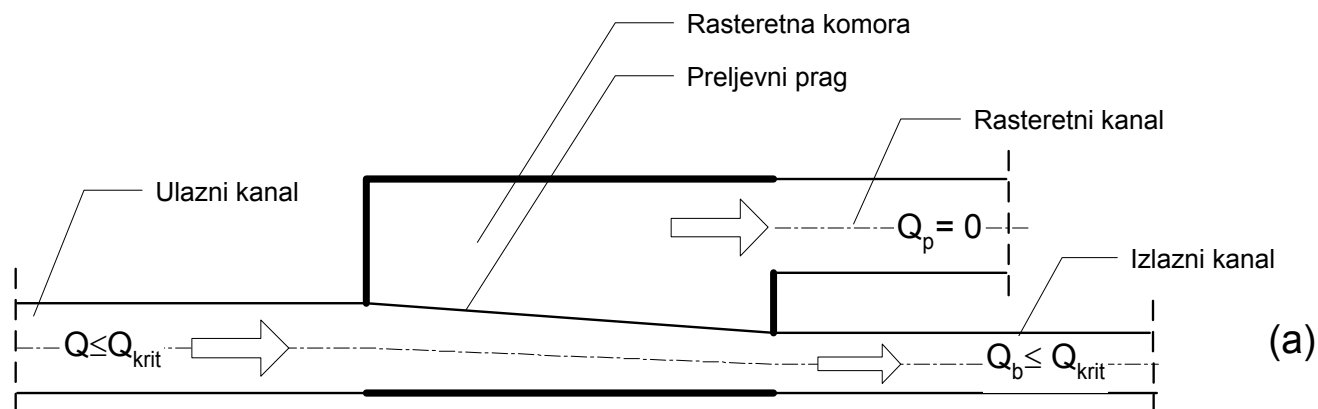
- PLASTIČNIM OBLOGAMA
- KLINKER PLOČICAMA
- KAMENŠTINOM
- SPECIJALNIM PREMAZIMA
- PODEŠAVAJUĆI METALNI DIJELOVI KOD POSKOČNIH RASTEREĆENJA
- SAMOPODESIVI PRELJEVNI PRAGOV
- SERVO MOTORI
- INDIKATORI RAZINE
- LIJEVANOŽELJEZNI POKLOPCI
- STUPALJKE ILI LJESTVE

## **HIDRAULIČKO OBLIKOVANJE**

- PROJEKTIRANJE PREMA TEORIJSKIM NAČELIMA I PRAKTIČNIM ISKUSTVIMA.
- IZBJEGAVANJE MRTVIH UGLOVA
- IZBJEGAVANJE JAKOG VRTLOŽENJA
- IZBJEGAVANJE VAKUUMA
- MODELSKO ISPITIVANJE ZA VEĆE GRAĐEVINE

# PRAKTIČNI PRORAČUN

Osnovni problem u konstrukciji je učinkovitost rasterećenja UR



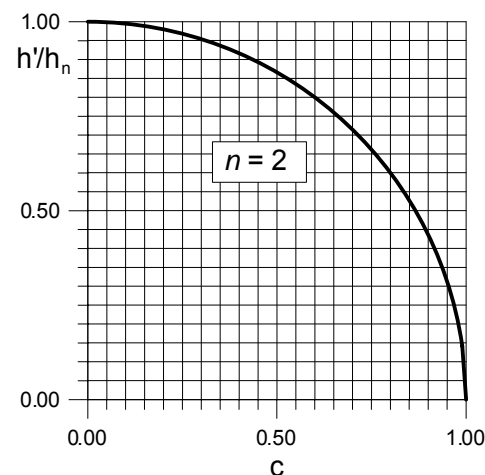
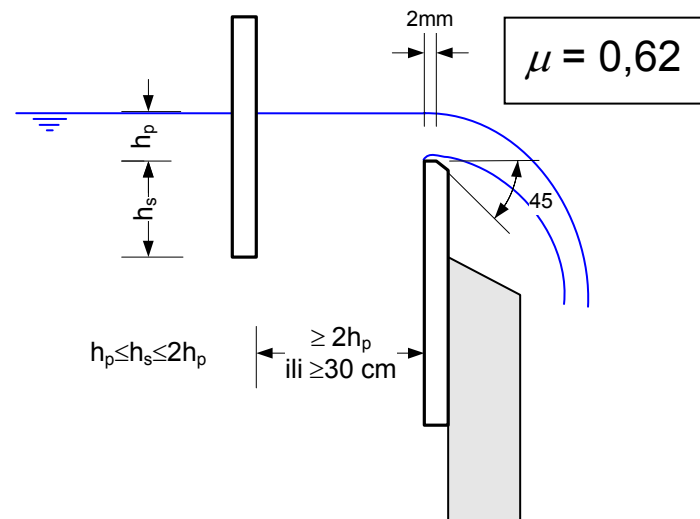
$$UR = \frac{Q_b}{Q_{krit}} - 1$$

# Okomiti preljev

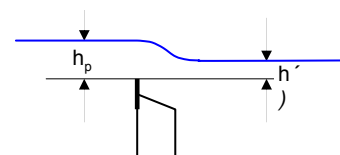
$$Q_p = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot c \cdot l_p \cdot \sqrt{2g} \cdot h_p^{\frac{3}{2}}$$

$$h_p = \left[ \frac{3 \cdot Q_p}{2 \cdot \mu \cdot c \cdot l_p \cdot \sqrt{2g}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

**$Q_p$**  preljevna količina [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]  
 **$\mu$**  koeficijent protoka [1]  
 **$c$**  koeficijent potopljenosti [1]  
 **$l_p$**  duljina preljevnog praga [m]  
 **$h_p$**  visina prelijevanja [m]  
 **$g$**  ubrzanje polja gravitacije [ $\text{m}/\text{s}^2$ ]



Koeficijent potopljenosti  $c$  za preljev s oštrim bridom



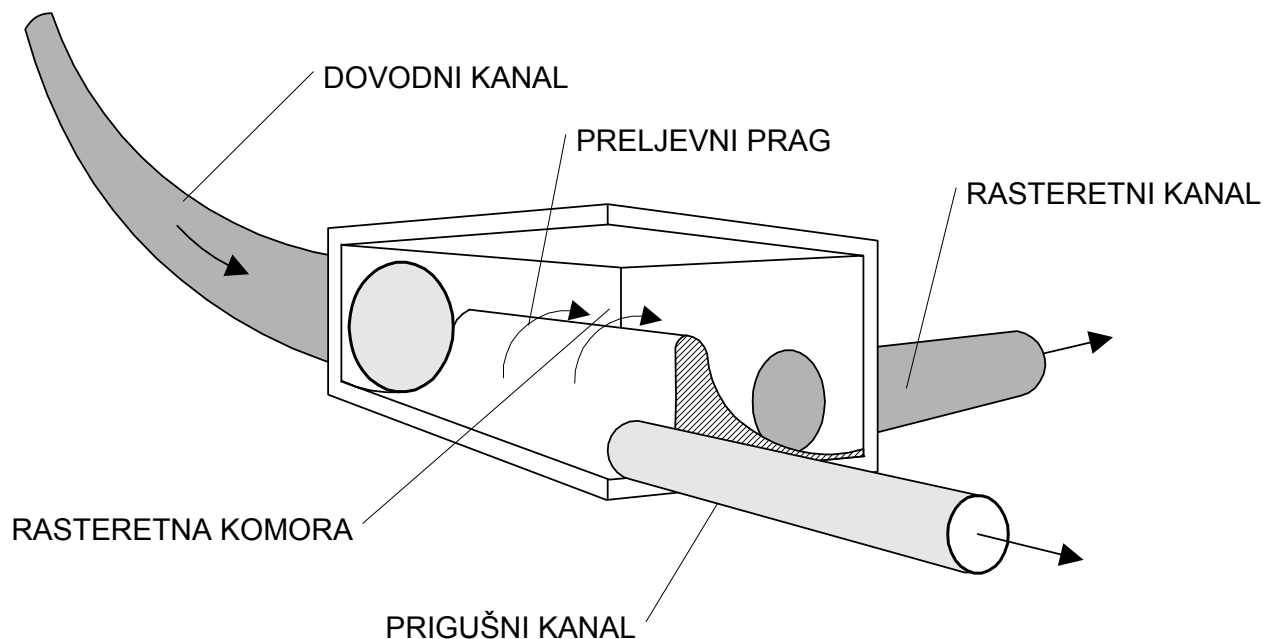
# RASTEREĆENJE S BOČNIM PRELJEVOM I PRIGUŠENJEM

BOČNA RASTEREĆENJA SE KORISTE NAJČEŠĆE, JER OKOMITA IMAJU VELIKU ŠIRINU PA IH JE TEŠKO SMJESTITI U GABARITE PROMETNICE.

PRELJEV SE IZVODI KAO:

- JEDNOSTRANI
- DVOSTRANI

PRAVILNIM PROJEKTIRANJEM I GRAĐENJEM LAK JE POSTIĆI  $UR \leq 0,2$



## POSTUPAK PROJEKTIRANJA TEMELJI SE NA SKUPU TEORETSKIH I ISKUSTVENIH PODATAKA

U DOVODNOM KANALU POTREBNO JE POSTIĆI MIRNO TEČENJE U PODRUČJU VRIJEDNOSTI FROUDE-OVOG BROJA  $Fr_a \leq 0,75$   
OVAJ REŽIM POTREBNO JE POSTIĆI NA DULJINI OD NAJMANJE  $20 \cdot d_a$   
VODNO LICE IZNAD PRAGA PRELJEVA MOŽE SE APROKSIMIRATI PARABOLOM, A SREDNJA VISINA PRELIJEVANJA IZRAČUNATI IZ:

$$h_{p,s} = h_{p,a} + \frac{2}{3}(h_{p,b} - h_{p,a})$$

ZA OKRUGLI POPREČNI PRESJEK FROUDEOV BROJ IZRAČUNA SE IZ:

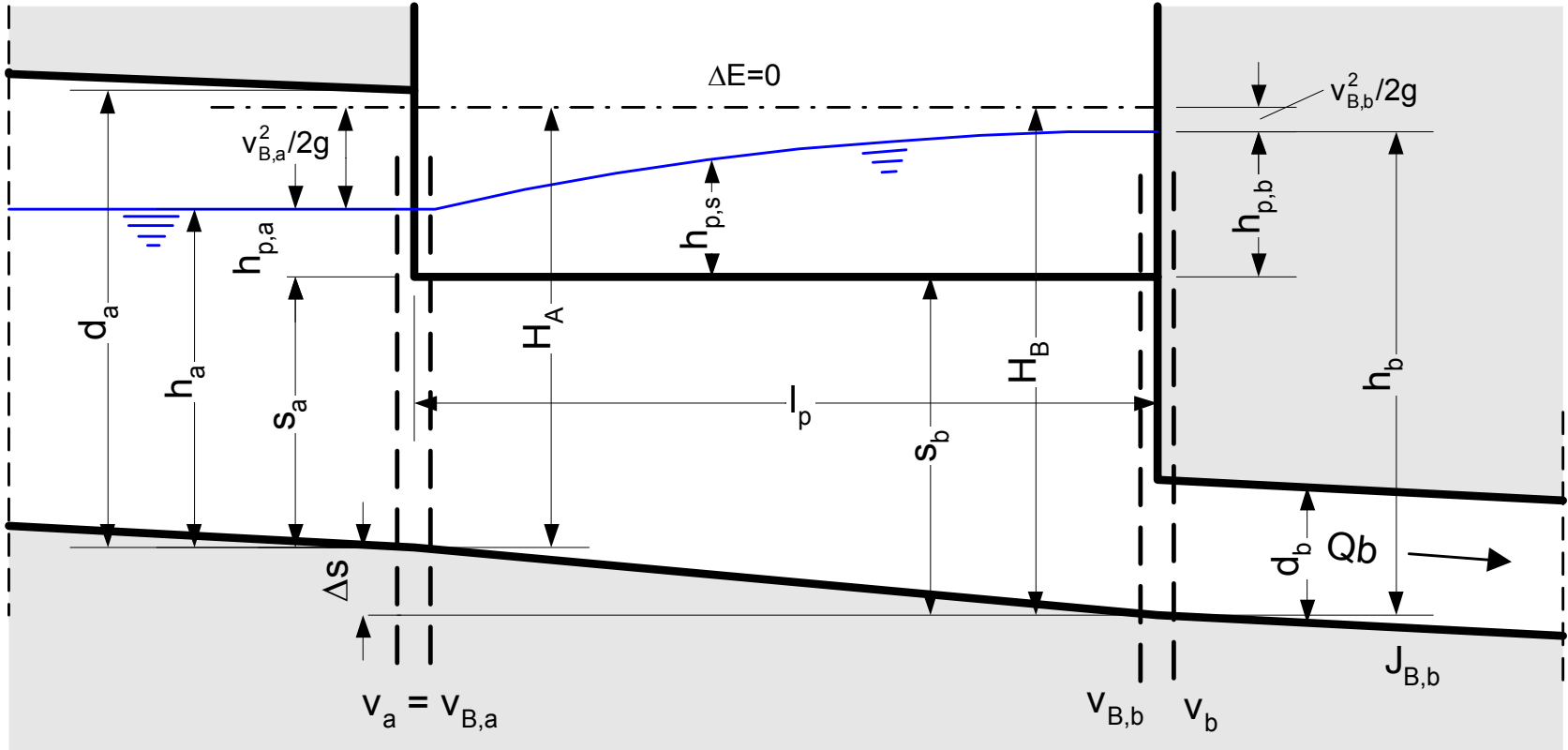
$$Fr_a = \frac{Q}{\sqrt{g \cdot d_a \cdot h_a^4}}$$

$Q$  protok [m<sup>3</sup>/s]

$d_a$  promjer ulaznog cjevovoda [m]

$h_a$  dubina vode u ulaznom cjevovodu [m]

$g$  ubrzanje polja gravitacije [m/s<sup>2</sup>]



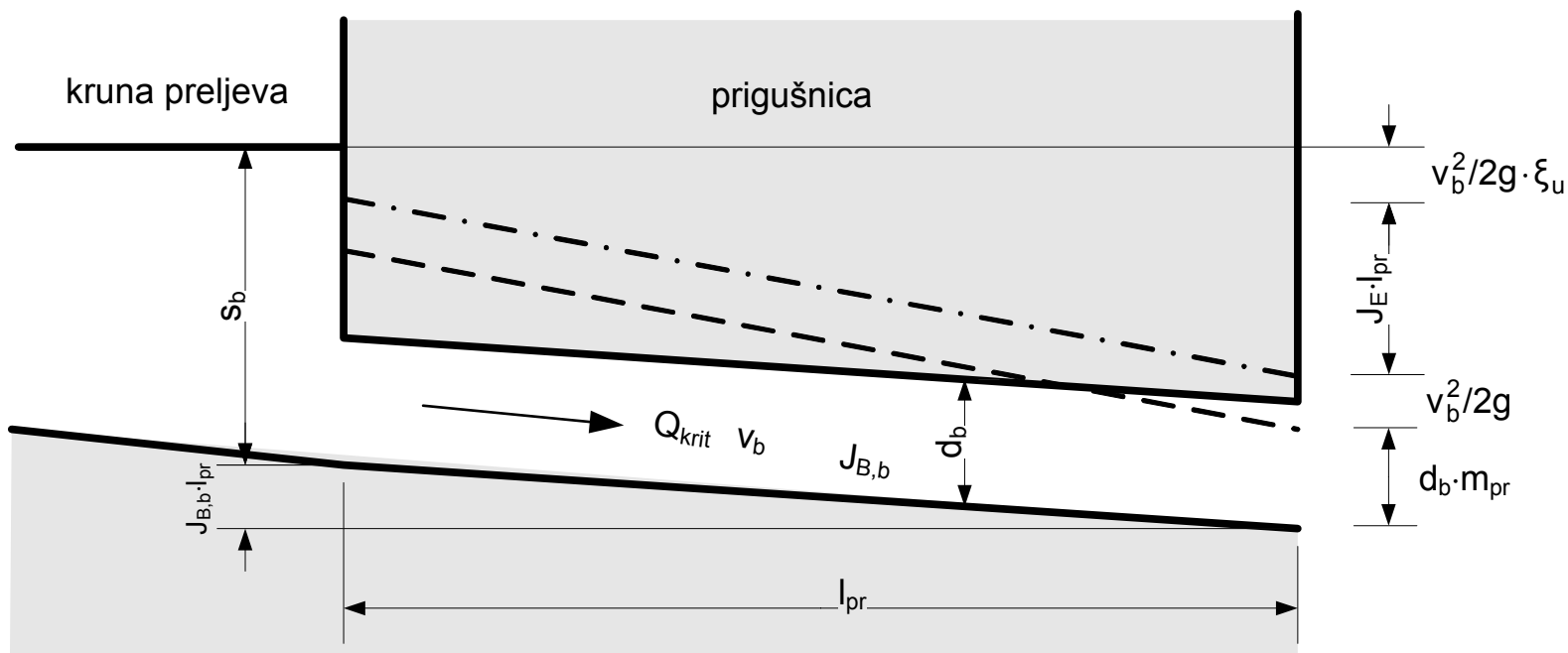
$$h_a + \frac{v_{B,a}^2}{2g} + \Delta s = h_b + \frac{v_{B,b}^2}{2g}$$

## PRIGUŠNA CIJEV – PRIGUŠNICA

Prigušna cijev ili prigušnica nalazi se iza preljevnog praga. Kod projektiranja potrebno je poštivati slijedeća ograničenja:

- *najmanji promjer cijevi, 200 mm*
- *najveći promjer cijevi, 500 mm, sa slobodnim istjecanjem*
- *najmanja duljina cijevi,  $20 \cdot d_b$*
- *najveća duljina cijevi, 100 m*
- *Odnos  $l_{pr}/d_b$ , što veći*
- *najveći pad cijevi, 0,3%*

U slučaju kontinuiranog uspora na kraju prigušne cijevi, ukida se uvjet najvećeg poprečnog presjeka.



$$(\xi_u + 1) \cdot \frac{v_b^2}{2g} + J_E \cdot l_{pr} + d_b \cdot m_{pr} = s_b + J_{B,b} \cdot l_{pr}$$

$$l_{pr} = \frac{s_b - d_b \cdot m_{pr} - (\xi_u + 1) \cdot \frac{v_b^2}{2g}}{J_E - J_{B,b}}$$



Kod hidrauličkog proračuna uvode se slijedeće pretpostavke:

- Koeficijent hrapavosti prigušne cijevi,  $k_c = 0,25$
- Koeficijent lokalnog gubitka tlaka na ulazu  $\xi_u = 0,45$
- Koeficijent kojim se određuje položaj tlačne linije na izlazu iz prigušne cijevi,  $m_{pr} = 1$  za položaj tlačne linije s slobodnim istjecanjem.

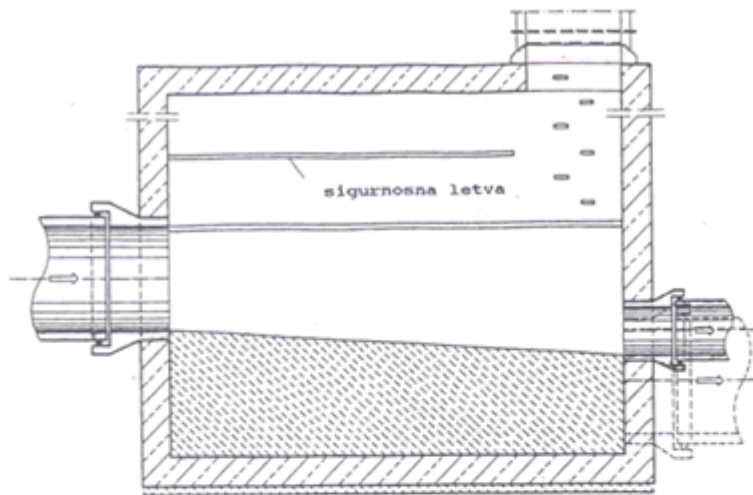
Na potezu preljeva (preljevnog praga) potrebno je osigurati visinsku razliku od najmanje 3cm, odnosno istu provjeriti jednačbom za režim suhog dotoka.

$$\Delta s = \left( h_b + \frac{v_b^2}{2g} + \frac{J_{E,a} + J_{E,b}}{2} \cdot l_p \right) - \left( h_a + \frac{v_a^2}{2g} \right)$$

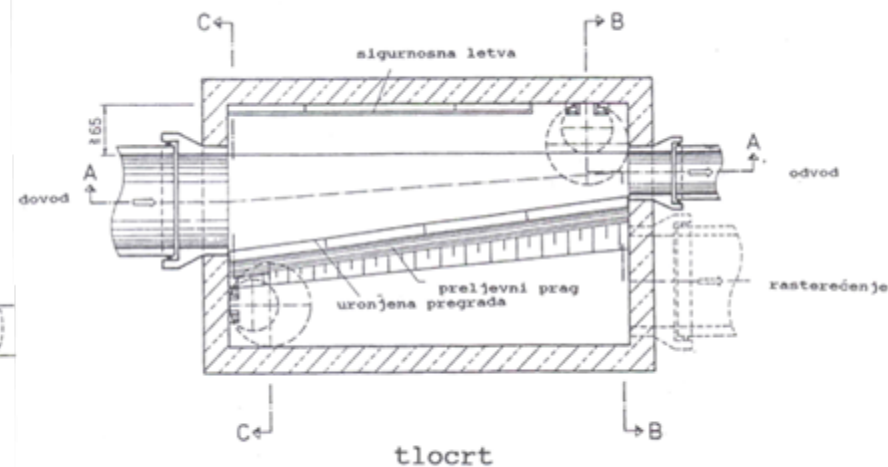
Visina preljevnog praga na kraju preljeva mora zadovoljiti:

$$s_b \geq d_b + 2 \cdot \frac{v_b^2}{2g}$$

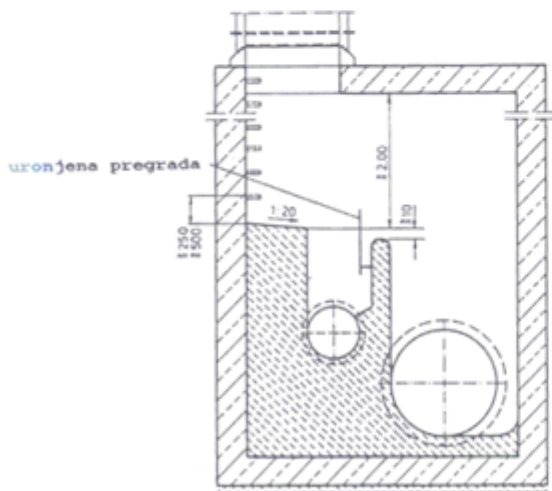
Isto tako treba provjeriti da je učinkovitost preljeva  $UR \leq 0,2$



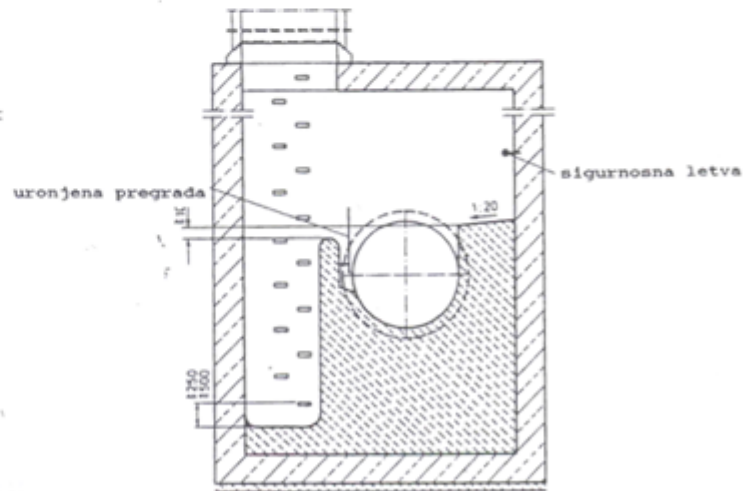
presjek A-A



tlocrt

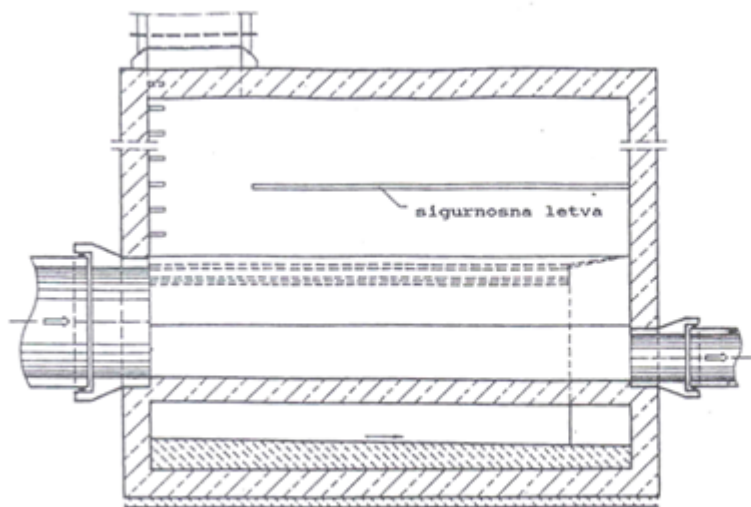


presjek B-B

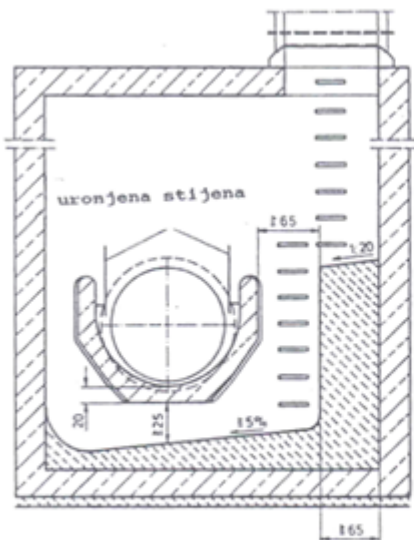
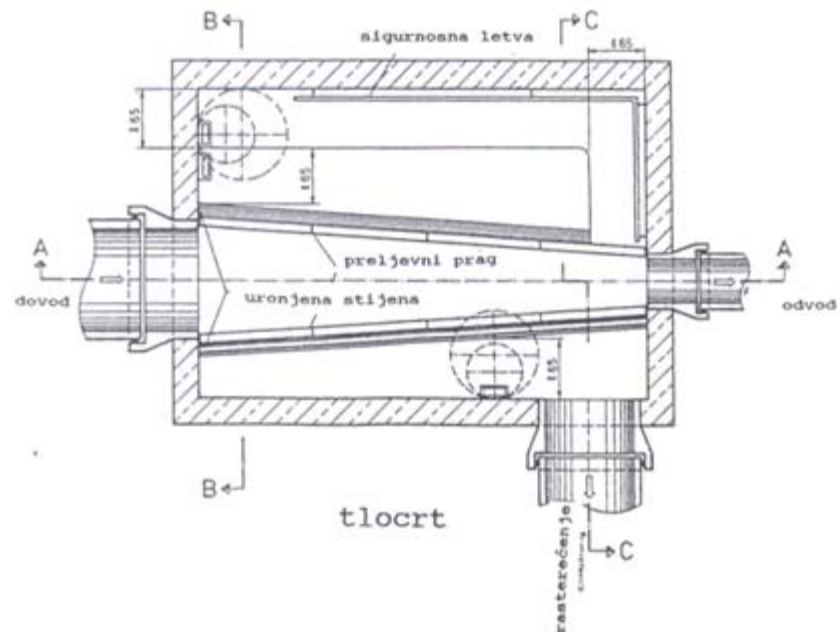


presjek C-C

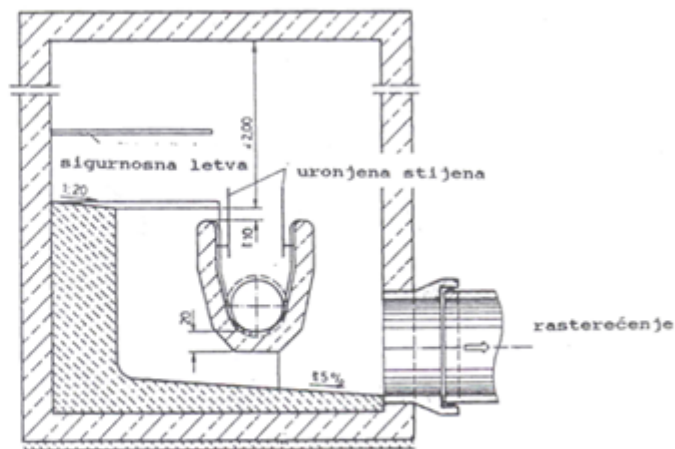
**Kišno rasterećenje s jednostranim bočnim – tangencijalnim preljevom**



presjek A-A

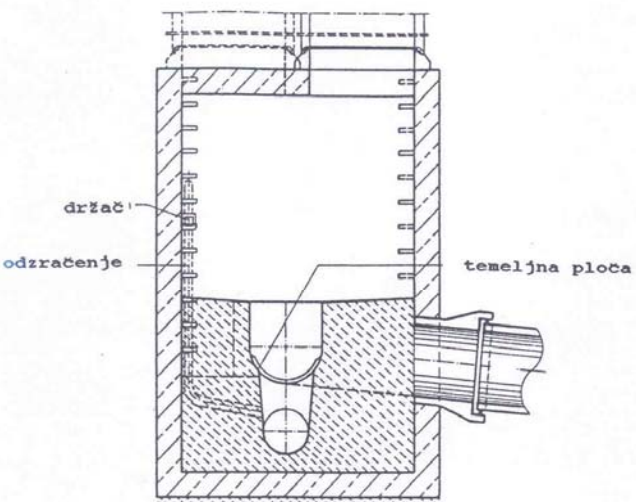


presjek B-B

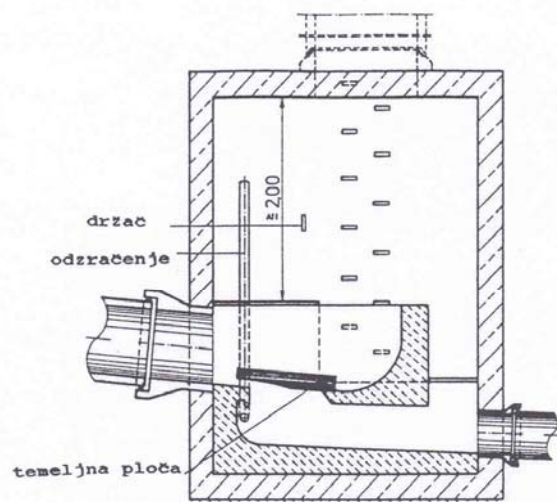


presjek C-C

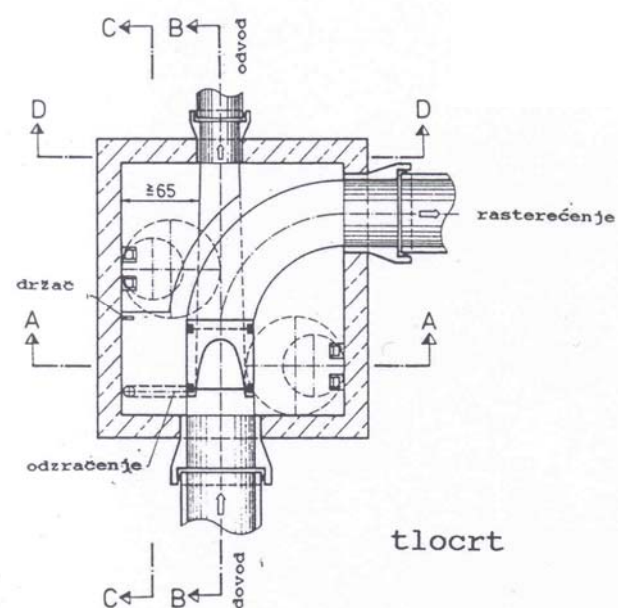
**Kišno rasterećenje s dvostranim bočnim – tangencijalnim preljevom**



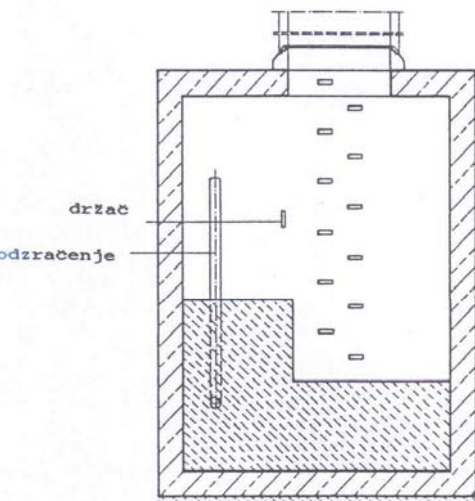
presjek A-A



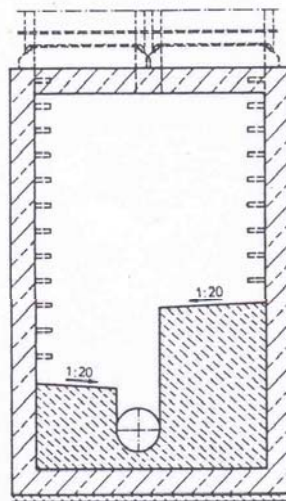
presjek B-B



tlocrt



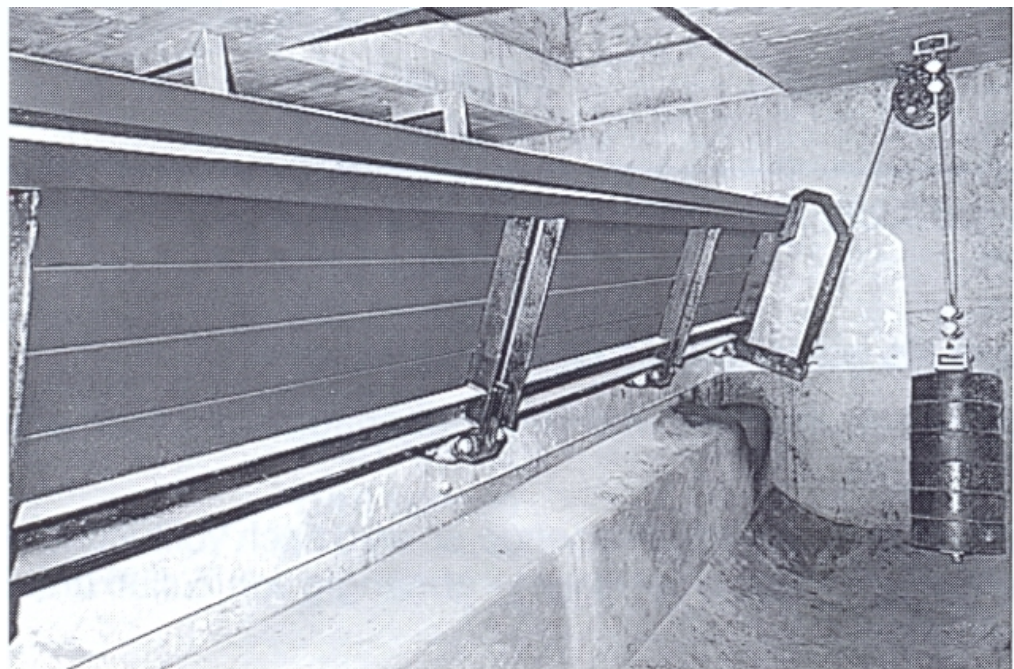
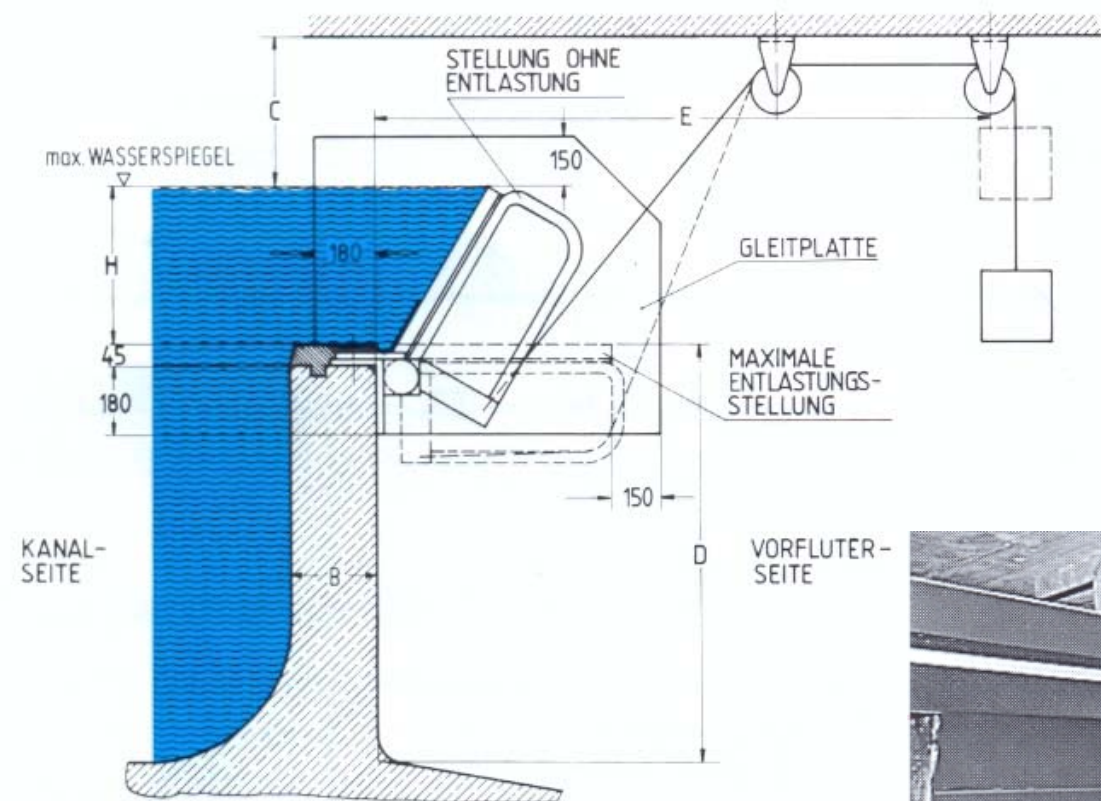
presjek C-C



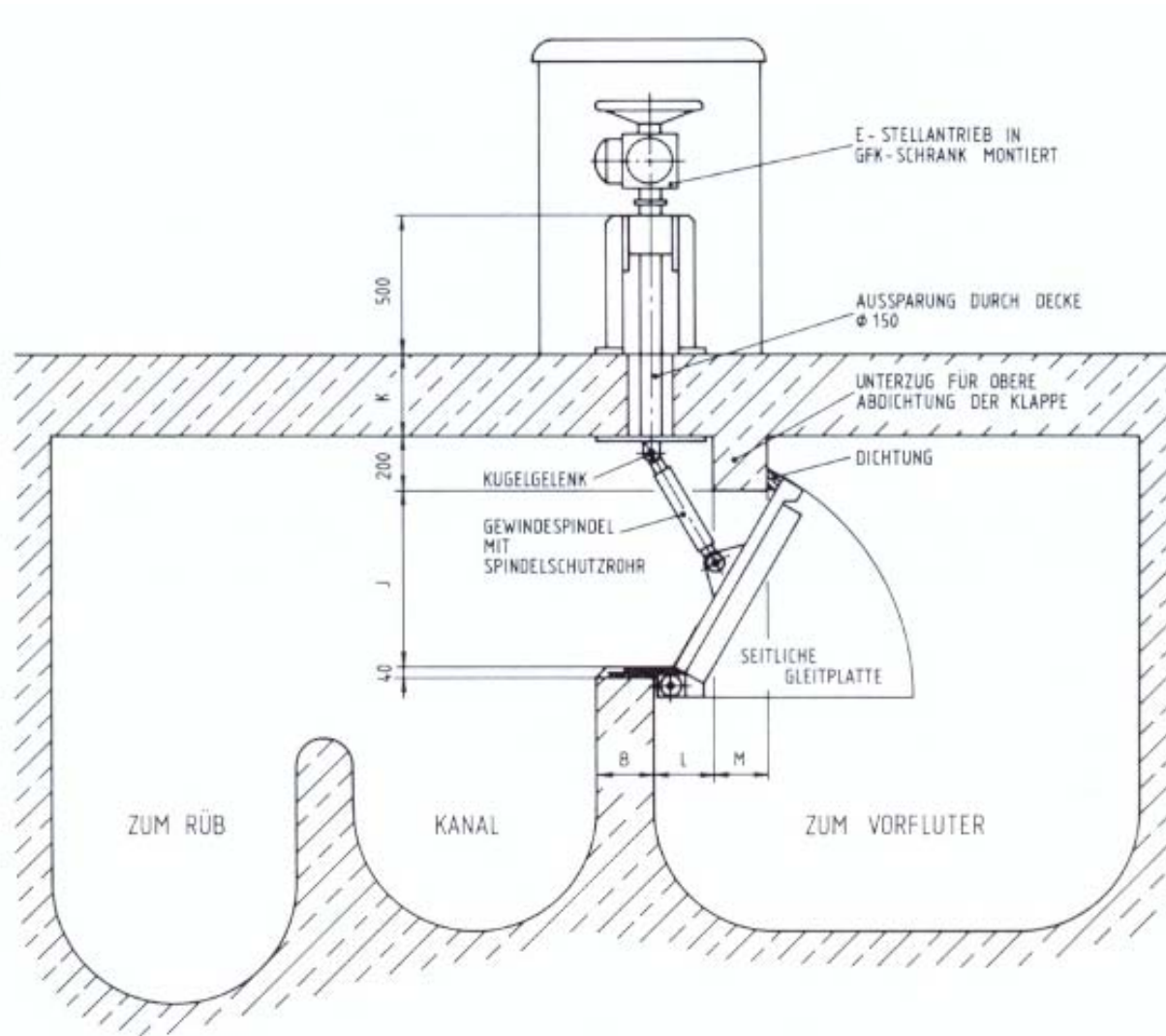
presjek D-D

**Rasterećenje s razdjelnim  
preljevom**



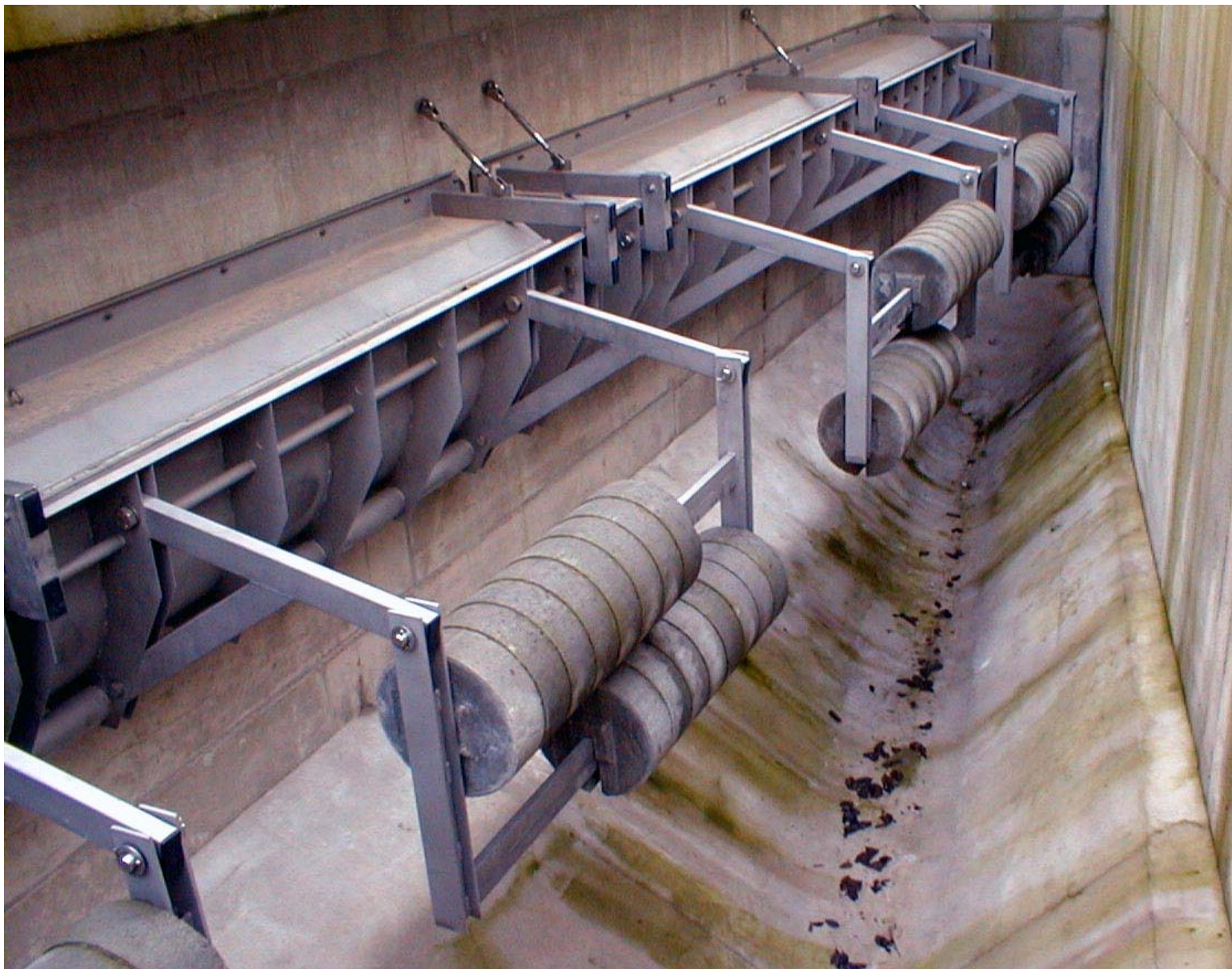


**Rasterećenje sa samo-regulirajućim pragom**



**Mehanički upravljano rasterećenje (direktno ili daljinski)**





**Mehanički upravljano rasterećenje s protutezima**





**Mehanički upravljano rasterečenje s protuutezima**