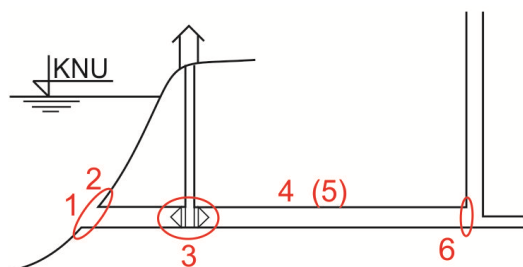


## ODREĐIVANJE ENERGETSKIH GUBITAKA U DERIVACIJI

Pod gubicima energije u derivaciji podrazumevaju se gubici u tunelu i cevovodu.

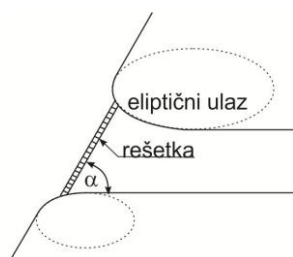
### Gubici energije u tunelu



- Gubici:
- 1 - na ulazu
  - 2 - na rešetki
  - 3 - na nišama zatvarača
  - 4 - linijski
  - 5 - na krivini
  - 6 - na ulazu u vodostan

Prilikom protoka vode kroz tunel, javljaju se linijski i lokalni gubici (prikazani na slici).  
 Određivanje koeficijenata tih gubitaka prikazano je u nastavku.

#### 1. Gubici na ulazu



$$\xi_{ul} = 0,3$$

Brzina na samom ulazu ne bi trebala da bude veća od oko 1 m/s, jer je to približno brzina riba.

#### 2. Gubici na rešetki

$$\xi_{reš} = \beta \left( \frac{s}{b} \right)^{4/3} \sin \alpha$$

$\beta$	2,42	1,83	1,67	1,03	1,79

gde je:

$\beta$  - koeficijent oblika rešetke

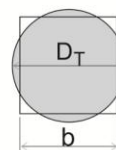
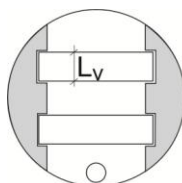
$s$  - širina rešetke  $s = 2 \text{ cm}$

$b$  - rastojanje između šipki  $b = 10 \text{ cm}$

$\alpha$  - nagib rešetke  $\text{tg} \alpha = 4,5 \Rightarrow \alpha \Rightarrow \sin \alpha$

#### 3. Gubici na niši zatvaračnice

$$\xi_v = \frac{0,1 \cdot L_v}{b}$$



gde je:

$L_v$  - širina vođica zatvarača  $L_v = 1 \text{ m}$

$b$  - širina svetlog preseka na mestu gde se spušta zatvarač

(dužina strane kvadrata čija je površina jednaka površini poprečnog preseka tunela - videti skicu)

#### 4. Linijski gubici

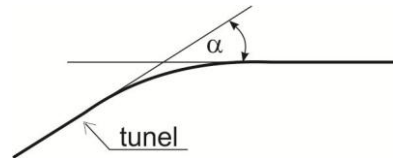
$$\xi_L = \lambda_T \frac{L_T}{D_T} ; \quad \lambda_T = 125 \frac{n_T^2}{\sqrt[3]{D_T}} ; \quad n_T = 0,013 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$$

#### 5. Gubici na krivini

$$\xi_k = \xi'_k \frac{\alpha}{90}$$

$\alpha$  - spoljašnji ugao krivine

$\xi'_k$  - koeficijent u funkciji od poluprečnika tunela ( $r$ ) i poluprečnika krivine ( $R$ ):  $\xi'_k = f(r/R)$ ;  
usvaja se:  $\xi'_k = 0,13$

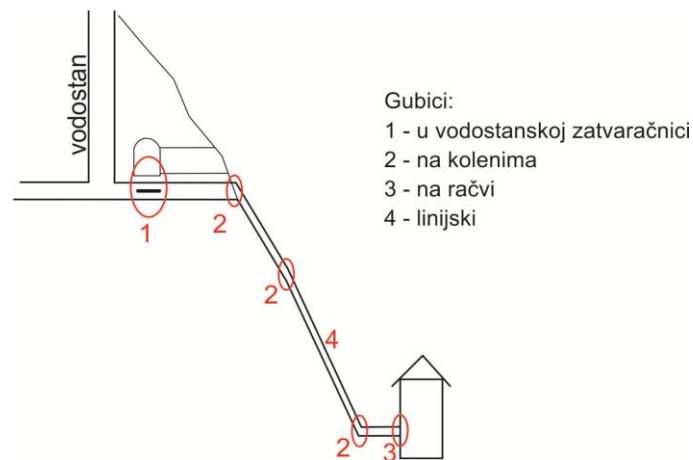


#### 6. Gubici na ulazu u vodostan

$$\xi_{izl} = 1$$

Svi koeficijenti gubitka u tunelu množe se sa brzinskom visinom vode u tunelu  $\left( \frac{v_T^2}{2g} \right)$ .

### Gubici energije u cevovodu



#### 1. Gubici u zatvaračnici

$$\xi_{zat} = 0,1 \quad \text{Obično je reč o leptirastom zatvaraču}$$

#### 2. Gubici na kolenima

$$\xi_k = \sum_{i=1}^n \xi_{kol,i} ; \quad n - \text{ broj kolena}$$

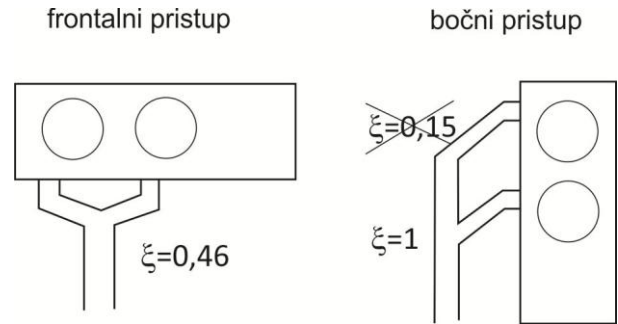
$\alpha$	$\leq 20^\circ$	$20^\circ \div 40^\circ$
$\xi_{kol}$	0,046	0,139

$\alpha$  - spoljašnji ugao kolena (krivine)

Napomena: Prilikom određivanja uglova (na osnovu poprečnog profila derivacije) voditi računa o distordovanoj razmeri.

### 3. Gubici na račvi na ulazu u mašinsku zgradu

Koeficijent gubitaka na ulazu u MZ zavisi od šeme dovoda. Dovod može biti frontalni i bočni. U slučajevima kada se cevovod grana (račva) na dovode do pojedinih agregata, odnosno ako se voda do MZ dovodi jednim cevovodom gubitak sigurno postoji i zavisi od vrste račve na ulazu u mašinsku zgradu. Na slici su date okvirne vrednosti gubitaka za frontalni i bočni pristup.



Ako postoje posebni cevovodi za svaki agregat gubici postoje samo u slučaju bočnog pristupa.

### 4. Linijski gubici

$$\xi_L = \lambda_C \frac{L_C}{D_C} ; \quad n_C = 0,011 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$$

Svi koeficijenti gubitka u cevovodu množe se sa brzinskom visinom vode u cevovodu  $\left( \frac{v_C^2}{2g} \right)$ .

### Gubici energije u derivaciji

Gubitke u tunelu i cevovodu potrebno je sistematizovati u tabelarnom obliku i nacrtati dijagram promene gubitaka u funkciji proticaja. Dijagram se crta za tri relevantna protoka, a razlikuju se dva slučaja:

- Kada se posle tunela, nakon vodostana, nastavlja jedan cevovod

Crta se dijagram ukupnih gubitaka  $\Delta h_{izg}$

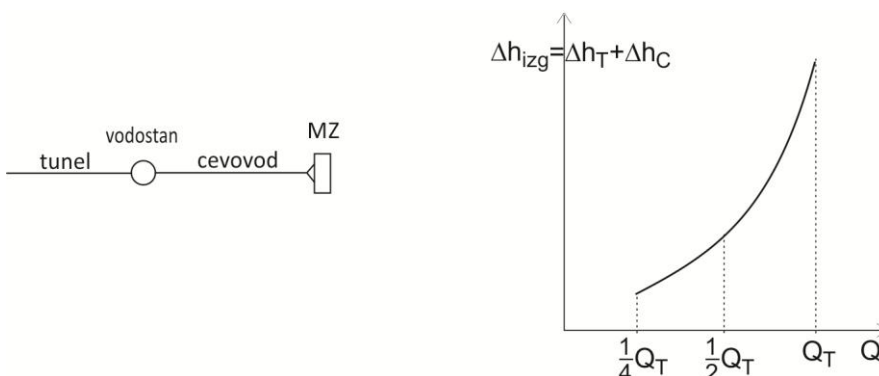
$$\Delta h_{izg} = \Delta h_T + \Delta h_C$$

gde je:

$\Delta h_T$  - ukupni gubici u tunelu

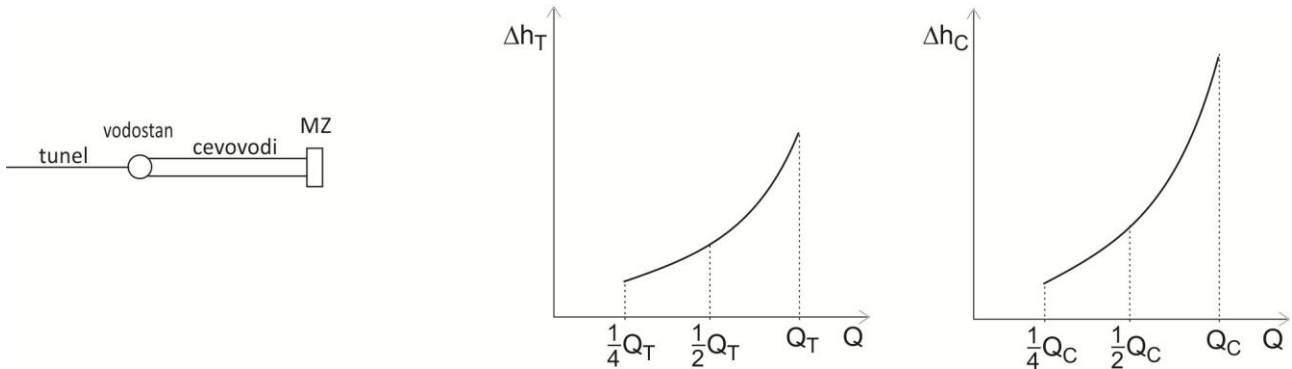
$\Delta h_C$  - ukupni gubici u cevovodu

Dijagram se crta na osnovu vrednosti instalisanog protoka kroz tunel ( $Q_T$ ), polovine ( $Q_T / 2$ ) i četvrtine ( $Q_T / 4$ ) tog protoka.



- Kada se posle tunela, nakon vodostana, nastavljaju dva cevovoda

Crtaju se posebno dijagrami gubitaka kroz tunel ( $\Delta h_T$ ) i kroz cevovod ( $\Delta h_C$ ). Dijagram gubitaka kroz tunel ( $\Delta h_T$ ) crta se na osnovu vrednosti instalisanog protoka kroz tunel ( $Q_T$ ), polovine ( $Q_T / 2$ ) i četvrtine ( $Q_T / 4$ ) tog protoka, a dijagram gubitaka kroz cevovod ( $\Delta h_C$ ) na osnovu vrednosti instalisanog protoka kroz cevovod ( $Q_C = Q_T / 2$ ), polovine ( $Q_C / 2$ ) i četvrtine ( $Q_C / 4$ ) tog protoka.



## PRORAČUN ENERGETSKE PROIZVODNJE HE

Na osnovu opšteg izraza za energiju ( $E = N \cdot t$ ), izvodi se izraz za energiju koju proizvede HE za razmatranih 5 godina:

$$E = \sum_{i=1}^{36} N_i \Delta t_i = \sum_{i=1}^{36} \rho g Q_i H_{netto,i} \eta \Delta t_i$$

gde je:

$\eta$  - koeficijent korisnog dejstva HE;  $\eta = 0,85$

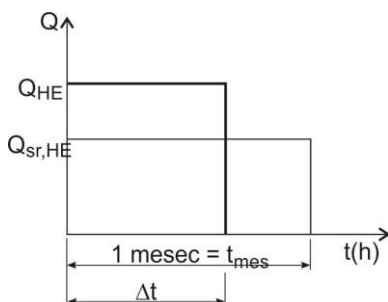
$H_{netto}$  - srednji mesečni neto pad;  $H_{netto,i} = H_{bruto,i} - \Delta h_{izg,i}$

$H_{bruto}$  - srednji mesečni bruto pad - očitava se sa priloga 11, na sredini svakog meseca

$\Delta h_{izg,i}$  - gubici u derivaciji koji se očitavaju sa dijagrama gubitaka. Pri tome treba voditi računa o činjenici da su kod dispozicije sa dva i cevovodi ti cevovodi paralelni, pa se gubici kroz takve objekte ne sabiraju.

$Q_i$  - srednji mesečni proticaji kroz HE (prilog 9). Međutim, HE neće raditi konstantno tokom čitavog meseca sa tim proticajima. Radi se o akumulacionoj HE koja će raditi nekoliko sati tokom dana sa instalisanim protokom jednog ili dva agregata. Znači, srednje mesečne protoke neophodno je svesti na protoke sa kojima HE stvarno radi, a to su: protoci kroz jedan ( $Q_{1,agr} = Q_{inst} / 2$ ) i dva agregata ( $Q_{2,agr} = Q_{inst}$ ), vodeći računa da količina (zapremina) energetski iskorišćene vode bude ista.

Postupak određivanja stvarnog protoka sa kojim HE radi i vremena rada HE tokom meseca dato je u nastavku:



$Q_{sr,HE}$  - srednji mesečni protoci iz priloga 9

$Q_{HE}$  - novi mesečni protoci kroz HE, koji odgovaraju protoku kroz 1 ili 2 agregata

$\Delta t$  - vreme koje HE radi sa novim protokom  $Q_{HE}$

$$\Delta t = \frac{Q_{sr,HE} \cdot t_{mes}}{Q_{HE}}$$

Ako se vreme  $t_{mes}$  unosi u satima (broj sati u mesec dana) i vreme  $\Delta t$  se dobija u satima, što je zgodno za proračun energije, jer se ona automatski dobija u kWh.

Proračun energetske proizvodnje obavlja se tabelarno, na sledeći način:

GODINA	MESEC	$Q_{sr,HE}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{HE}$ ( $m^3/s$ )	$\Delta h_{izg}$ (m)	$H_{bruto}$ (m)	$H_{netto}$ (m)	N (MW)	$\Delta t$ (h)	E (MWh)	$\Sigma E$ (GWh)
2000/01	X									$E_{god}$
	XI									
	XII									
	I									
	⋮									
2001/02	X									
	XI									
	⋮									

$E_{god}$  - energija proizvedena u svakoj godini posebno

Ispod tabele treba odrediti i sledeće dve vrednosti:

- $\sum_{i=1}^3 E_{god,i}$  - ukupna proizvedena energija u razmatrane tri godine
- $E_{sr,god}$  - prosečna godišnja proizvodnja energije