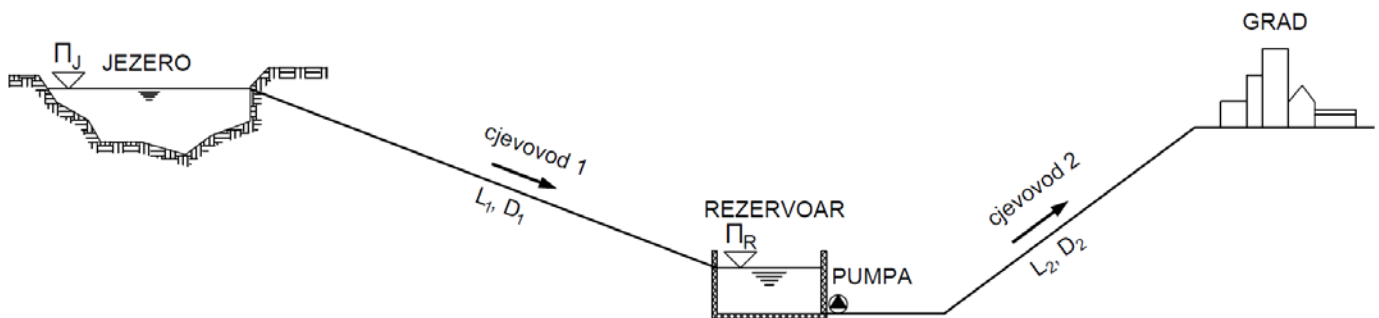


ZADACI ZA VJEŽBU – VODOVODNI SISTEMI

1. Za hidrauličku dispoziciju vodovoda sa slike, potrebno je dimenzionisati cjevovod 1 (od jezera do rezervoara) i odrediti potreban kapacitet pumpe. Lokalne gubitke zanemariti.



Hidraulička dispozicija: Rezervoar se puni iz jezera sa više kote, preko dovodnog cjevovoda 1. Voda se iz rezervoara pumpa dalje ka potrošačima u gradu preko cjevovoda 2.

Podaci o potrošnji :	Podaci o sistemu :
$q_p = 180 \text{ l/st.dan}$ $N_0 = 4000 \text{ st}$ $p = 2\%$ $n = 25 \text{ god}$ $k_{dn,max} = 1.4$ $k_{h,max} = 1.8$	$\Pi_J = 160 \text{ mm}$ $\Pi_R = 140 \text{ mm}$ $L_1 = 1500 \text{ m}$ $\lambda_1 = 0.021$

$D_1 = ?$

$Q_{pumpe} = ?$

RJEŠENJE:

1) Analiza potrošnje vode

$q_p = 180 \text{ l/st.dan}$

$$N_n = N_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 4000 \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{25} = 6563 \text{ st}$$

$$Q_{sr} = N_n \cdot q_p = 6563 \cdot 180 = 1181340 \text{ l/dan} = 1181.34 \text{ m}^3/\text{dan}$$

$$Q_{dn,max} = 1.4 \cdot 1181.34 = 1653.88 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}} \cdot \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 19.142 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{h,max} = 1.8 \cdot 19.142 \cdot 10^{-3} = 34.456 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

2) Hidraulički proračun cjevovoda 1 - Energetska jednačina za presjek kroz jezero i kroz rezervoar

$$z_J + \frac{p_J}{\rho g} + \frac{V_J^2}{2g} = z_R + \frac{p_R}{\rho g} + \frac{V_R^2}{2g} + \Delta E_1$$

$$(z_J + \frac{p_J}{\rho g} = \Pi_J ; z_R + \frac{p_R}{\rho g} = \Pi_R)$$

($V_J \approx 0$; $V_R \approx 0$ – brzine tečenja vode u jezeru i rezervoaru su zanemarljivo male u odnosu na brzinu tečenja vode u cijevi)

→ Energetska jednačina se svodi na:

ZADACI ZA VJEŽBU – VODOVODNI SISTEMI

$$\Pi_J = \Pi_R + \Delta E_1$$

$$\Pi_J - \Pi_R = \lambda_1 * \frac{L_1}{D_1} * \frac{V_1^2}{2g} \quad (*)$$

(Dovodni cjevovod se dimenzioniše na $Q_{dn,max}=19.142*10^{-3}m^3/s$)

$$Q_{dn,max} = V_1 \cdot A_1 \rightarrow V_1 = \frac{Q_{dn,max}}{A_1} = \frac{4Q_{dn,max}}{D_1^2 \pi}$$

$$\Pi_J - \Pi_R = \lambda_1 * \frac{L_1}{D_1} * \frac{1}{2g} * \left(\frac{4Q_{dn,max}}{D_1^2 \pi} \right)^2$$

$$20 = 0.021 * \frac{1500}{D_1} * \frac{1}{2 * 9.81} * \left(\frac{4 * 19.142 * 10^{-3}}{D_1^2 \pi} \right)^2$$

$$20 = \frac{0.00095369}{D_1^5}$$

$D_1 = 0.137m \rightarrow$ potreban računski prečnik

\rightarrow usvaja se **Ø150**

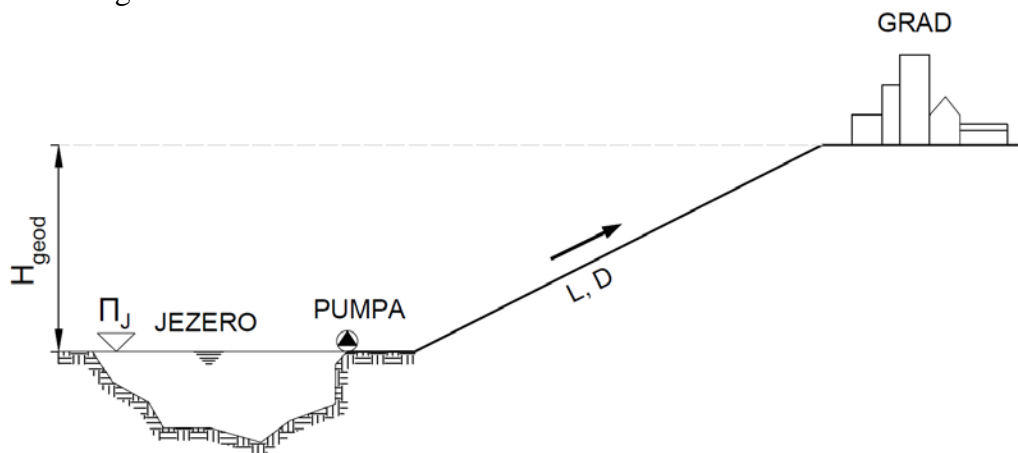
3) Potreban kapacitet pumpe

Distributivni cjevovod od rezervoara do potrošača, kao i svi objekti na njemu, dimenzionišu se na $Q_{h,max}$, što znači da je potreban kapacitet pumpe :

$$Q_{pumpe} = Q_{h,max} = 34.456 * 10^{-3} m^3/s$$

ZADACI ZA VJEŽBU – VODOVODNI SISTEMI

2. Za hidrauličku dispoziciju vodovoda sa slike, odrediti potrebnu snagu pumpe, tako da pritisak u gradskoj mreži bude 2.5bara. Lokalne gubitke zanemariti.



Hidraulička dispozicija: Voda se iz jezera pumpa ka potrošačima u gradu koji se nalazi na višoj koti.

Podaci o potrošnji :	Podaci o sistemu :
$q_p = 200 \text{ l/st.dan}$ $N_0 = 3000 \text{ st}$ $p = 1.5\%$ $n = 20 \text{ god}$ $k_{dn,max} = 1.3$ $k_{h,max} = 1.7$	$L = 1000 \text{ m}$ $D = 200 \text{ mm}$ $\lambda = 0.0212$ $H_{geod} = 50 \text{ m}$ $\eta_p = 0.7$

Zadat uslov: $p_g = 2.5 \text{ bara} \rightarrow \frac{p_g}{\rho g} \approx 25 \text{ m}$

$N_{pumpe} = ?$

RJEŠENJE:**1) Analiza potrošnje vode**

$$q_p = 200 \text{ l/st.dan}$$

$$N_n = N_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 3000 \left(1 + \frac{1.5}{100}\right)^{20} = 4041 \text{ st}$$

$$Q_{sr} = N_n \cdot q_p = 4041 \cdot 200 = 808200 \text{ l/dan} = 808.2 \text{ m}^3/\text{dan}$$

$$Q_{dn,max} = 1.3 \cdot 808.2 = 1050.66 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}} \cdot \frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 12.16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{h,max} = 1.7 \cdot 12.16 \cdot 10^{-3} = 20.67 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

2) Hidraulički proračun cjevovoda 1 - Energetska jednačina za presjek kroz jezero i kroz grad

$$z_J + \frac{p_J}{\rho g} + \frac{V_J^2}{2g} + H_{pumpe} = z_G + \frac{p_G}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + \Delta E$$

$$\left(z_J + \frac{p_J}{\rho g} = \Pi_J\right)$$

($V_J \approx 0$ – brzina tečenja vode u jezeru je zanemarljivo mala u odnosu na brzinu tečenja vode u cijevi)

→ Energetska jednačina se svodi na:

ZADACI ZA VJEŽBU – VODOVODNI SISTEMI

$$\Pi_J + H_{\text{pumpe}} = z_G + \frac{p_G}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + \Delta E$$

Pri tome je: $z_G - \Pi_J = H_{\text{geod}} = 50\text{m}$, pa je potrebna visina dizanja pumpe:

$$H_{\text{pumpe}} = H_{\text{geod}} + \frac{p_G}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + \lambda * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Cjevovod kojim se voda direktno isporučuje potrošačima (kao i objekti na njemu) se dimenzioniše na $Q_{h,\text{max}} = 20.67 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q_{h,\text{max}} = V \cdot A \rightarrow V = \frac{Q_{h,\text{max}}}{A} = \frac{4Q_{h,\text{max}}}{D^2\pi} = \frac{4 * 20.67 * 10^{-3}}{0.2^2\pi} = 0.658 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$H_{\text{pumpe}} = 50 + 25 + \frac{0.658^2}{2 * 9.81} + 0.0212 * \frac{1000}{0.2} * \frac{0.658^2}{2 * 9.81} = 77.36\text{m}$$

3) Potrebna snaga pumpe

$$H_{\text{pumpe}} = 77.36\text{m}$$

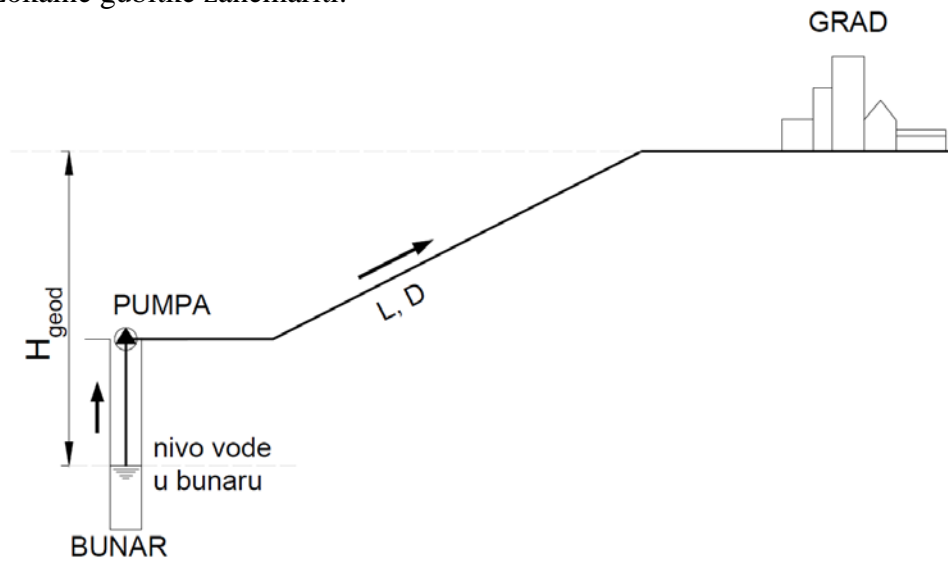
$$Q_{\text{pumpe}} = Q_{h,\text{max}} = 20.67 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N_{\text{pumpe}} = \rho * g * H_{\text{pumpe}} * Q_{\text{pumpe}} * \frac{1}{\eta_p} = 1000 * 9.81 * 77.36 * 20.67 * 10^{-3} * \frac{1}{0.7} = 22.41\text{kW}$$

ZADACI ZA VJEŽBU – VODOVODNI SISTEMI

3. Za hidrauličku dispoziciju vodovoda sa slike, provjeriti da li je pritisak u gradskoj mreži veći od minimalnog, koji iznosi 2.5 bara?

Lokalne gubitke zanemariti.



Hidraulička dispozicija: Voda se iz bunara pumpa ka potrošačima u gradu.

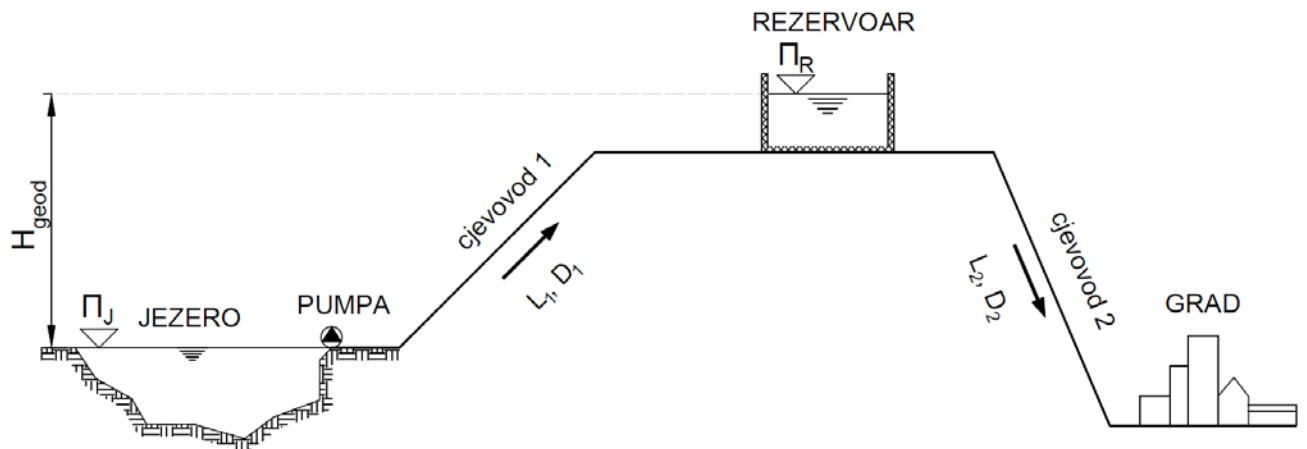
Podaci o potrošnji :	Podaci o sistemu :
$q_p = 150 \text{ l/st.dan}$ $N_0 = 6000 \text{ st}$ $p = 1.0\%$ $n = 25 \text{ god}$ $k_{dn,max} = 1.5$ $k_{h,max} = 2.0$	$L = 2500\text{m}$ $D = 250\text{mm}$ $\lambda = 0.0212$ $H_{geod} = 45\text{m}$ $N_{pumpe} = 35\text{kW}$ $\eta_p = 0.8$

$p_G = ?$

$p_{Gmin} = 2.5 \text{ bara}$

ZADACI ZA VJEŽBU – VODOVODNI SISTEMI

4. Za hidrauličku dispoziciju vodovoda sa slike, potrebno je odrediti maksimalnu dužinu cjevovoda 1, kojim se voda pumpa iz jezera u rezervoar.
Lokalne gubitke zanemariti.



Hidraulička dispozicija: Voda se iz jezera pumpa u rezervoar (cjevovod 1), a odatle se dalje distribuira potrošačima u gradu (cjevovod 2).

Podaci o potrošnji :	Podaci o sistemu :
$q_p = 150 \text{ l/st.dan}$ $N_0 = 3500 \text{ st}$ $p = 2.0\%$ $n = 20 \text{ god}$ $k_{dn,max} = 1.4$ $k_{h,max} = 1.9$	$D_1 = 100\text{mm}$ $\lambda_1 = 0.021$ $H_{geod} = 135\text{m}$ $N_{pumpe} = 25\text{kW}$ $\eta_p = 0.75$

$L_1 = ?$