

**Задатак 1:** Центрифугална пумпа познате карактеристике при  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$  пребацује воду из резервоара  $A$  у резервоар  $B$  кроз цевовод приказан на слици. Оба резервоара су отворена. Коте (надморске висине) нивоа воде у резервоарима приказане су на слици.

Карактеристике уисне деонице цевовода:

$$d_1 = 100 \text{ mm}, \quad l_1 = 10 \text{ m},$$

$$\lambda_1 = 0,025, \quad \Sigma\zeta_1 = 2$$

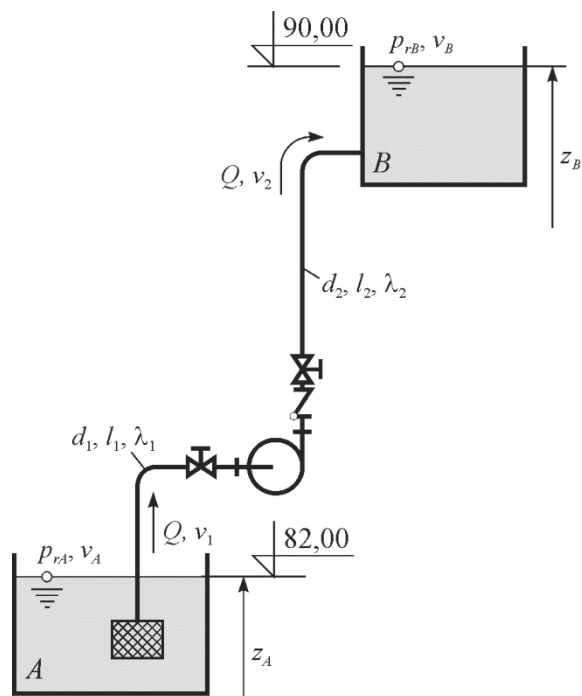
Карактеристике потисне деонице цевовода:

$$d_2 = 80 \text{ mm}, \quad l_2 = 95 \text{ m},$$

$$\lambda_2 = 0,027, \quad \Sigma\zeta_2 = 12.$$

Одредити:

1. Проток, напор и потребну снагу пумпе при брзини обртања  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ .
2. Колика треба да буде брзина обртања пумпе да би се проток повећао за 25 %? Колика је тада потребна снага пумпе?
3. Проток, напор и потребну снагу пумпе при брзини обртања пумпе  $n = 1300 \text{ min}^{-1}$ .



Радне карактеристике пумпе при  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ :

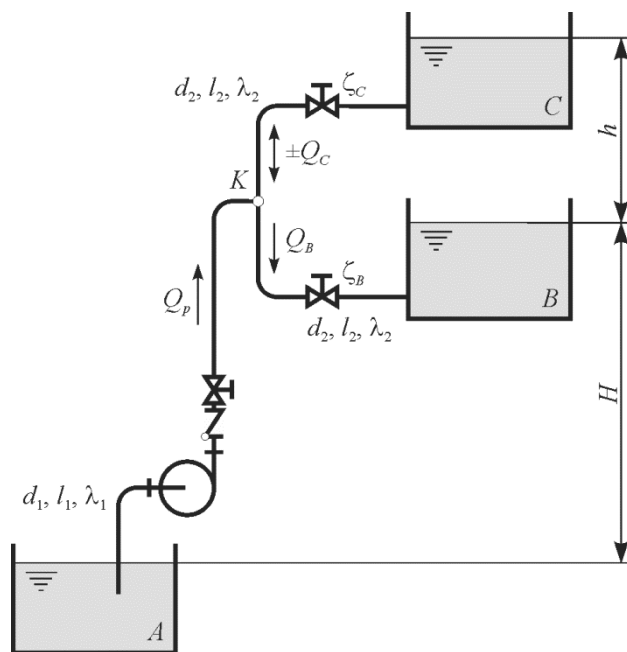
$Q_p$ [L/s]	0	2	4	6	8	10	12	14
$Y_p$ [J/kg]	147	149	149	146	137	122	100	76
$\eta_p$ [%]	0	40	63	75	75	70	58	42

**Задатак 2:** Центрифугална пумпа познате карактеристике при  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ , пребацује воду из резервоара  $A$  у резервоаре  $B$  и  $C$  кроз цевовод приказан на слици. Разлике нивоа у резервоарима износе  $h = 10 \text{ m}$  и  $H = 20 \text{ m}$ . Цевовод се састоји из деонице  $AK$  карактеристика  $d_1 = 100 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 10 \text{ m}$ ,  $\lambda_1 = 0,022$ ,  $\Sigma\zeta_1 = 10$  и две једнаке деонице  $KB$  и  $KC$  чије су карактеристике  $d_2 = 60 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 10 \text{ m}$  и  $\lambda_2 = 0,023$ .

На деоницама  $KB$  и  $KC$  уграђени су регулациони вентили који у потпуно отвореном положају имају коефицијент локалног отпора  $\zeta_B = \zeta_C = 4$ .

Одредити:

1. Дотоке у резервоаре  $B$  и  $C$  и потребну снагу пумпе у условима када су вентили  $B$  и  $C$  потпуно отворени.
2. Колики мора бити коефицијент локалног отпора вентила на деоници  $KB$  да би доток у оба резервоара био једнак?
3. При којој брзини обртања пумпе (вентили на деоницама  $KB$  и  $KC$  потпуно отворени) доток у резервоар  $C$  износи нула? Колика је тада потребна снага пумпе?



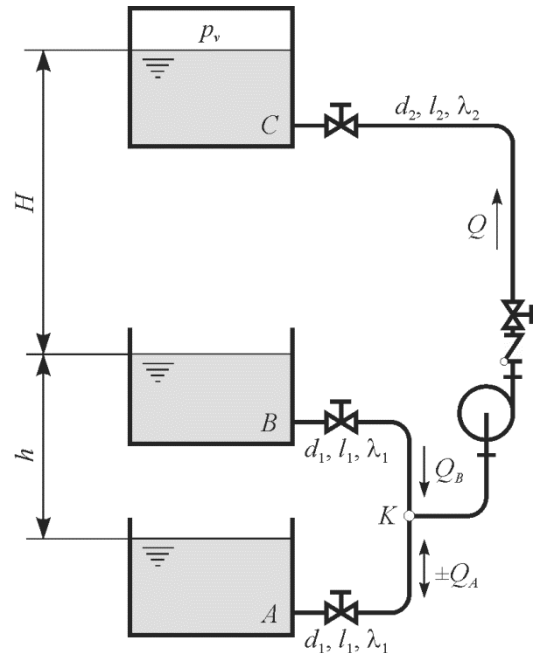
Радне карактеристика пумпе при  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ :

$Q_p$ [L/s]	0	4	8	12	16	20	24	28	32
$Y_p$ [J/kg]	510	530	535	530	510	481	432	373	294
$\eta_p$ [%]	0	30	50	63	71	75	75	70	58

**Задатак 3:** Центрифугална пумпа познате карактеристике при  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$  пребацује воду из резервоара  $A$  и  $B$  у резервоар  $C$  кроз цевовод приказан на слици. Разлике нивоа у резервоарима износе  $h = 5 \text{ m}$  и  $H = 14 \text{ m}$ . Резервоар  $C$  је затворен и у њему влада потпритисак  $p_v = 0,5 \text{ bar}$ . Цевовод се састоји из две једнаке деонице  $AK$  и  $BK$  чије су карактеристике  $d_1 = 80 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 18 \text{ m}$ ,  $\lambda_1 = 0,025$ ,  $\Sigma\zeta_1 = 4$  и магистралне деонице  $KC$  карактеристика  $d_2 = 125 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 50 \text{ m}$ ,  $\lambda_2 = 0,022$  и  $\Sigma\zeta_2 = 5$ .

Одредити:

1. Протоке из резервоара  $A$  и  $B$  и проток, напор и потребну снагу пумпе.
2. Колика треба да буде брзина обртања пумпе да би се проток ка резервоару  $C$  повећао за 20 %? Колика је тада потребна снага пумпе?
3. При којој брзини обртања пумпе ће проток из резервоара  $A$  престати? Колика је тада потребна снага пумпе?



Радне карактеристика пумпе при  $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ :

$Q_p$ [L/s]	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$Y_p$ [J/kg]	284,5	304	319	324	314	284,5	235,5	167	78,5
$\eta_p$ [%]	0	30	50	63	71	75	75	70	58

**Задатак 4:** Центрифугална пумпа познате карактеристике при  $n = 2900 \text{ min}^{-1}$  ради на инсталацији приказаној на слици и потискује воду из резервоара  $A$  у резервоар  $B$ . Непосредно на излазу из пумпе постављен је повратни вод (бајпас) кроз који се део воде враћа на улазни пресек пумпе када је вентил повратног вода отворен.

Пречници усисног и потисног дела цевовода су исти  $d_1 = d_2 = d = 125 \text{ mm}$ . Укупна дужина цевовода износи  $l_1 + l_2 = L = 650 \text{ m}$ , коефицијент трења свих деоница магистралног цевовода је  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 0,023$ , а укупни локални отпори износе  $\Sigma\zeta_1 + \Sigma\zeta_2 = \Sigma\zeta = 15$ . Пречник повратног вода је  $d_0 = 50 \text{ mm}$ . Разлика нивоа воде у резервоарима износи  $H = 28 \text{ m}$

Одредити:

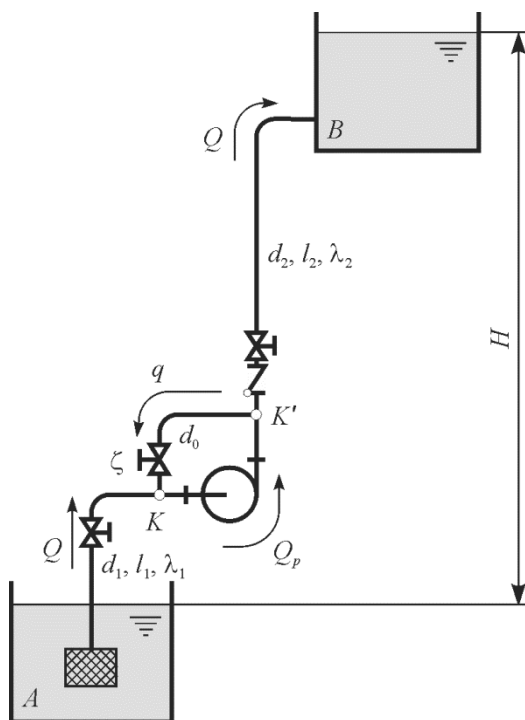
1. Колики мора бити коефицијент локалног отпора  $\zeta$  вентила бајпаса, да би доток у резервоар  $B$  био једнак протоку кроз бајпас?

Колика је при томе потребна снага пумпе?

2. За тако одређен коефицијент локалног отпора  $\zeta$  одредити проток, напор и потребну снагу пумпе при брзини обртања  $n_2 = 2700 \text{ min}^{-1}$ .

Колики је тада доток у резервоар  $B$ ?

3. Колики мора бити коефицијент локалног отпора  $\zeta$  вентила обилазног цевовода да би пумпа радила са максималним степеном корисности (при брзини обртања  $n_2 = 2700 \text{ min}^{-1}$ )?



Радне карактеристике пумпе при  $n = 2900 \text{ min}^{-1}$ :

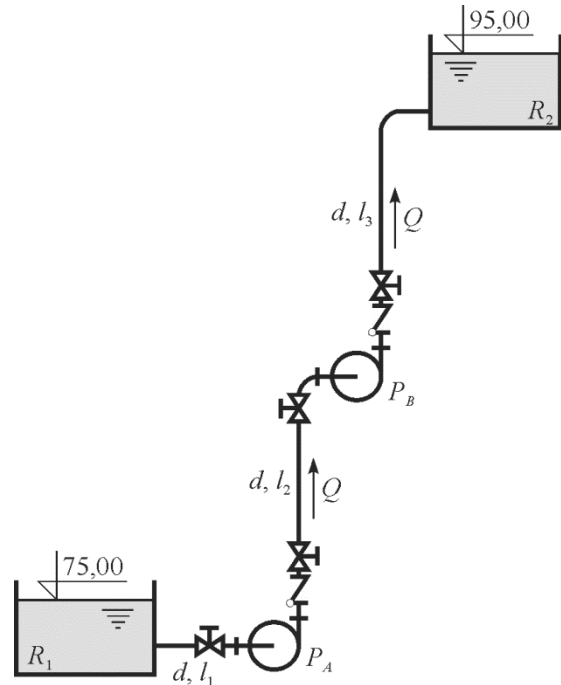
$Q_p$ [L/s]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
$Y_p$ [J/kg]	515	530	535	530	512	480	432	373	295	187
$\eta_p$ [%]	0	30	50	63	71	75	75	70	58	36

**Задатак 5:** Две подједнаке центрифугалне пумпе познате карактеристике при брзини обртања  $n = 1460 \text{ min}^{-1}$ , раде у редној спреси на цевоводу приказаном на слици. Цевовод се састоји из три деонице пречника  $d = 300 \text{ mm}$ , укупне дужине  $l_1 + l_2 + l_3 = 3460 \text{ m}$ , коефицијента отпора трења  $\lambda = 0,023$ . Хидрауличке губитке на локалне отпоре проценити као 10 % од укупних губитака на трење.

Одредити:

1. Проток, напоре и потребне снаге обе центрифугалне пумпе ако пумпа  $P_B$  ради са брзином обртања  $n = 1300 \text{ min}^{-1}$ .
2. Брзину обртања пумпе  $P_B$  при којој у резервоар  $R_2$  дотиче 15 % већи проток у односу на решење под 1. Колике су тада потребне снаге пумпи?
3. Брзину обртања пумпе  $P_B$  при којој та пумпа ради са максималним степеном корисности. Колике су тада потребне снаге пумпи?

Брзина обртања пумпе  $P_A$  је увек  $n = 1460 \text{ min}^{-1}$ .



Карактеристике пумпи при  $n = 1460 \text{ min}^{-1}$ :

$Q_p$ [L/s]	0	50	100	150	200	250
$Y_p$ [J/kg]	393	393	384	364	319	246
$\eta_p$ [%]	0	35	60	70	67	56

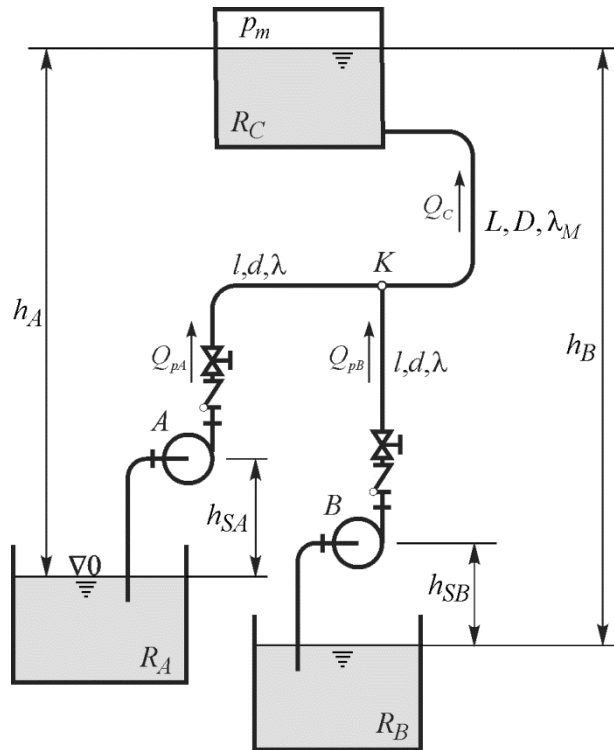
**Задатак 6:** Две подједнаке центрифугалне пумпе, чије су карактеристике при  $n = 960 \text{ min}^{-1}$  познате, паралелно раде и пребацују воду из резервоара  $R_A$  и  $R_B$  у резервоар  $R_C$ . Резервоари  $R_A$  и  $R_B$  су отворени, а резервоар  $R_C$  је затворен и у њему влада натпритисак  $p_m = 0,2 \text{ bar}$ . Разлике нивоа у резервоарима износе  $h_A = 18 \text{ m}$  и  $h_B = 26 \text{ m}$ .

Магистрални цевовод је дужине  $L = 1100 \text{ m}$ , пречника  $D = 450 \text{ mm}$ , коефицијента отпора трења  $\lambda_M = 0,025$ . Цевоводи пумпе су идентични и имају следеће карактеристике:  $l = 100 \text{ m}$ ,  $d = 300 \text{ mm}$ ,  $\lambda = 0,03$ ,  $\Sigma\zeta = 6$ .

Одредити:

1. Доток у резервоар  $R_C$ , протоке, напоре и потребне снаге пумпе ако обе пумпе раде при  $n = 960 \text{ min}^{-1}$ .
2. Колика мора бити брзина обраћања пумпе  $A$  да би проток који остварује пумпа  $B$  (при  $n = 960 \text{ min}^{-1}$ ) био нула?
3. За радне режиме одређене под 1, одредити максималне дозвољене уисне висине  $h_s$  за обе пумпе.

Дужине уисних цевних деоница пумпе су  $l_s = 6 \text{ m}$ , укупни локални отпори износе  $\Sigma\zeta_s = 4$ . Притисак засићене паре износи  $p_{zp} = 0,024 \text{ bar}$ , а атмосферски притисак је  $p_a = 990 \text{ mbar}$ . Усвојити сигурносни додаток од  $S = 1 \text{ m}$ .



Карактеристике пумпи при  $n = 960 \text{ min}^{-1}$

$Q$ [L/s]	0	40	80	120	140	160	180	200	220
$Y$ [J/kg]	392	422	422	392	363	324	275	216	147
$\eta$ [%]	0	47	70	80	81	80	75	65	50
$NPSHR$ [m]		2,5	1,8	2,3	2,8	3,6	4,7	5,9	7,3

**Задатак 7:** Центрифугална пумпа чије су карактеристике напора, снаге и кавитацијске резерве, при брзини обртања  $n = 2900 \text{ min}^{-1}$ , дате изразима (проток у L/s):

$$Y = 1056 - 0,237 Q^2 \quad [\text{J/kg}]$$

$$P = 10 + 2,303 Q^{0,714} \quad [\text{kW}]$$

$$NPSH_R = 2,2 + 0,005 Q^{1,8} \quad [\text{m}]$$

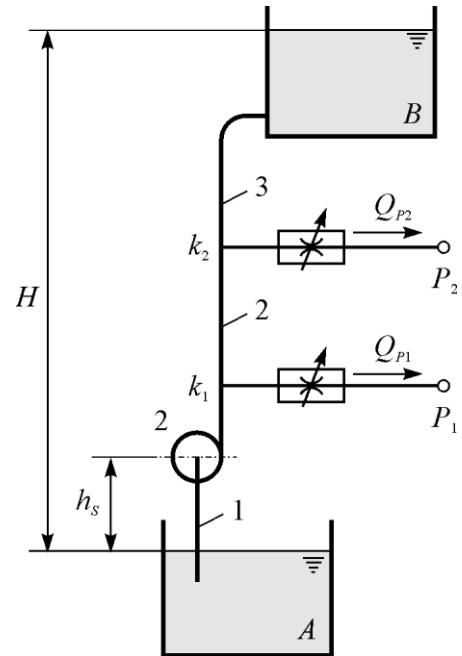
ради у инсталацији која водом снабдева потрошаче  $P_1$  и  $P_2$ . Карактеристике отпора појединих деоница магистралног ценовода су:

$$b_1 = 0,1 \frac{\text{J/kg}}{(\text{L/s})^2}; \quad b_2 = 0,09 \frac{\text{J/kg}}{(\text{L/s})^2}; \quad b_3 = 0,241 \frac{\text{J/kg}}{(\text{L/s})^2}.$$

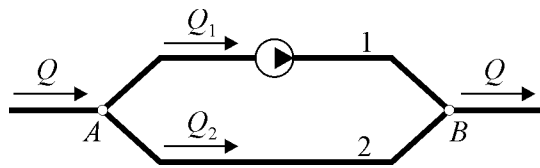
Резервоар  $B$  се налази на висини  $H = 60 \text{ m}$ .

Одредити:

1. проток, напор и степен корисности пумпе, ако су протоци према потрошачима  $P_1$  и  $P_2$  константни и износе  $Q_{P1} = 5 \text{ L/s}$ ,  $Q_{P2} = 7 \text{ L/s}$ ;
2. Колика је максимална висина постављања пумпе у односу на ниво воде у резервоару  $A$  (атмосферски притисак износи  $p_a = 1 \text{ bar}$ , притисак засићене паре воде је  $p_{zp} = 0,02 \text{ bar}$ , а коефицијент губитка у усисном делу ценовода пумпе је  $b_1/2$ )



**Задатак 8:** Чворови  $A$  и  $B$  ценовода спојени су са две подједнаке цеви 1 и 2, дужина  $l = 20$  m, пречника  $d = 50$  mm, и коефицијента трења  $\lambda = 0,03$ . На цеви 1 прикључена је центрифугална пумпа познате карактеристике при  $n = 800 \text{ min}^{-1}$ . Одредити:



1. Протоке у цевима 1 и 2 и напор пумпе ако укупан доток у чвор  $A$  износи  $Q = 12 \text{ L/s}$ , и ако тај доток износи  $Q = 3 \text{ L/s}$ .
2. При којој брзини обртања пумпе читав магистрални проток  $Q = 12 \text{ L/s}$  пролази кроз пумпу, а кроз цев 2 ништа.

Карактеристика пумпе при  $n = 800 \text{ min}^{-1}$ :

$Q$ [L/s]	0	2	4	6	8	10
$Y$ [J/kg]	75	79	78	69	45	14