

Додатак

Напомена:

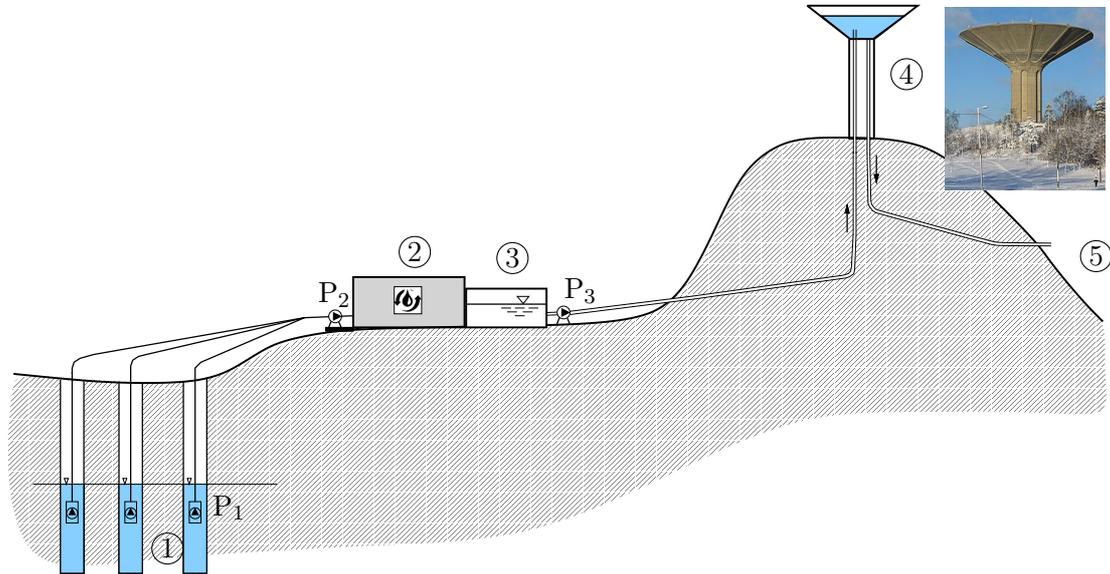
Наредни пример се састоји од 6 задатака који обухватају целокупно градиво предмета
Механика флуида Б:

- задаци 1. и 2. - статика флуида -
 - зад. 3. - динамика невискозног флуида
 - зад. 4. - једнодимензијски прорачун цевода
 - зад. 5. - закон о промени количине кретања
 - зад. 6. - истицање флуида
-

Решење:

1. (б) $p = 474680 \text{ Pa}$, $x = 10,19 \text{ m}$
2. $F = 16662,82 \text{ kN}$ смер (\downarrow)
3. $U_1 = 3,121 \text{ m/s}$ $\dot{V}_1 = 220,6 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$
4. (а) $Y_{P2} = 188,15 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$
(б) $Y_{P3} = 592,45 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ $P_{P3} = 98741,6 \text{ W}$
5. $F_{flx} = 763,05 \text{ N}$ смер (\leftarrow)
 $F_{fly} = 0 \text{ N}$
Резултујућа сила $F_{fl} = F_{flx}$
6. $T = 306,97 \text{ min}$

На слици 1 је приказан део система водоснабдевања. Из више бунара ① потпољене пумпе P_1 потискују воду. Након спајања цевовода, пумпа P_2 шаље воду у постројење за њено пречишћавање ②, а затим из резервоара чисте воде ③ пумпа P_3 потискује воду у резервоар који се налази на врху затвореног водоторња ④, из ког вода даље иде ка потрошачима ⑤. Улога водоторња је да се у њему складишти вода на великој висини, како би могла отицати ка потрошачима под дејством силе гравитације. Због тога се водоторањ гради на узвишењу. Што је резервоар на вишем нивоу, то је већи притисак у цевоводу који води ка потрошачима. Ако је потребно повећати притисак у одводном цевоводу може се компресорима повећати притисак ваздуха који се налази у водоторњу изнад нивоа воде.

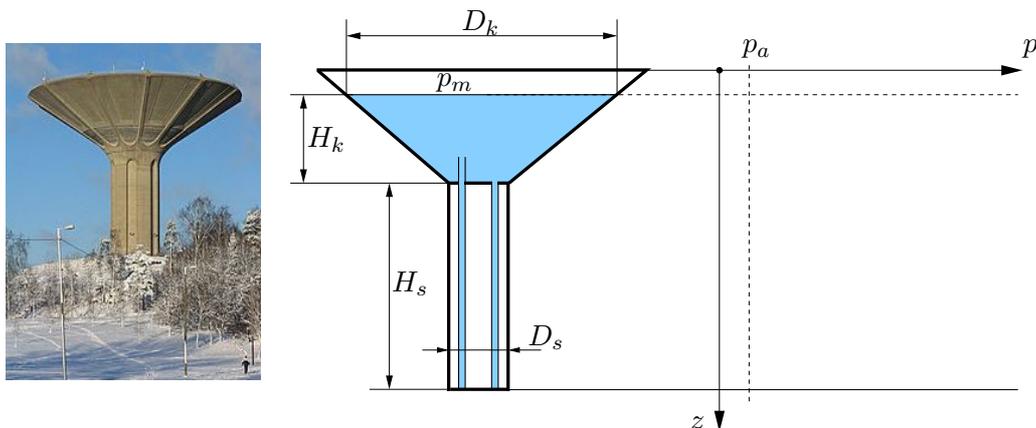


Слика 1. Део система водоснабдевања

1. На слици 2 је приказан водоторањ док вода ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) у њему мирује. На дну су затворене и доводна и одводна цев. Уцртати график промене притиска са координатом z :

- (а) за случај када изнад површине воде влада атмосферски притисак $p_m = 0 \text{ bar}$,
- (б) за случај када изнад воде влада натпритисак од $p_m = 1 \text{ bar}$ (уцртати на истом дијаграму) . Колико износи притисак на дну водоторња? Где се налази ниво слободне површи воде?

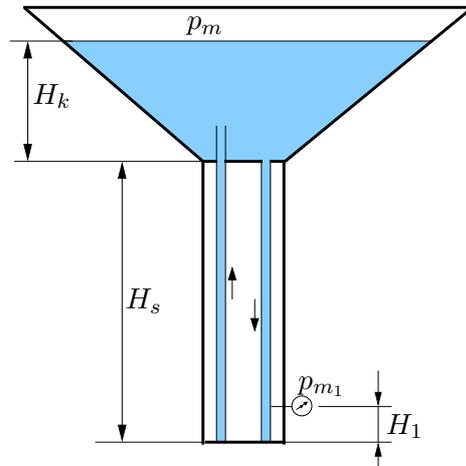
Водоторањ се састоји од цилиндричног стуба пречника $D_s = 6 \text{ m}$, висине $H_s = 20 \text{ m}$, и резервоара облика обрнуте зарубљене купе. На слици 2 су означене и следеће величине: $H_k = 8 \text{ m}$, $D_k = 25 \text{ m}$.



Слика 2. Задаци 1 и 2. Водоторањ када вода у њему мирује

2. Одредити правац, смер и интензитет укупне силе притиска која делује на резервоар водоторња, облика обрнуте зарубљене купе, занемарујући пречнике доводне и одводне цеви. Флуид у водоторњу мирује. Користити податке дате у задатку бр. 1. Натпритисак има вредност $p_m = 1 \text{ bar}$.

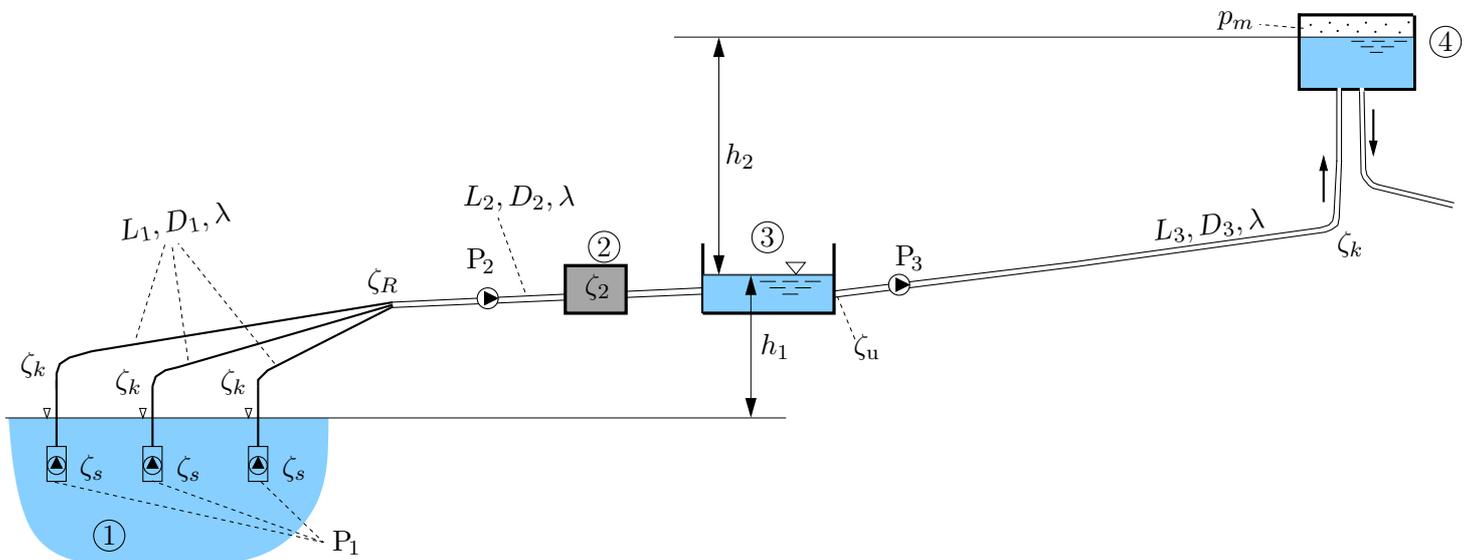
3. Посматра се случај када су доводни и одводни запремински протоци једнаки, па се ниво воде у резервоару не мења. Изнад површине воде се налази ваздух под натпритиском $p_m = 1 \text{ bar}$. Одредити средњу брзину воде, и запремински проток, у одводној цеви пречника $D = 300 \text{ mm}$, ако се флуид сматра **невискозним**. У одводној цеви, на растојању $H_1 = 1 \text{ m}$ од нивоа земље (слика 3), постављен је манометар којим се мери струјни притисак. Његово показивање је $p_{m1} = 3,6 \text{ bar}$. ($H_s = 20 \text{ m}$, $H_k = 8 \text{ m}$)



Слика 3. Задатак 3

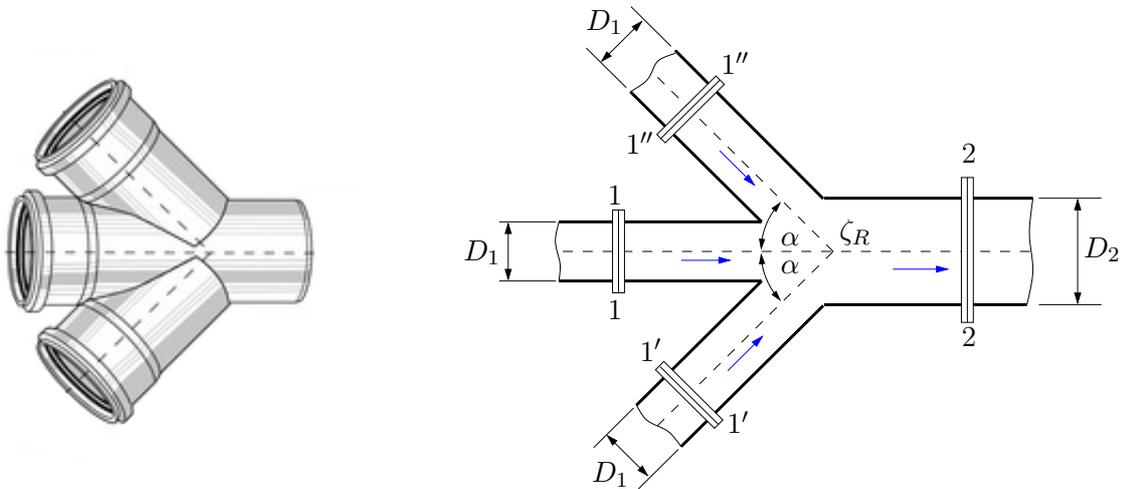
4. Систем приказан на слици 1 се може приказати упрошћено (слика 4). У стационарном режиму рада свака од три потопљене пумпе (P_1) црпи $\dot{V}_1 = 50 \text{ lit/s}$ воде и потискује ка рачви. Дужине сваке од три гране су приближно једнаке и износе $L_1 = 55 \text{ m}$ (видети слику 4), а пречник цеви је $D_1 = 250 \text{ mm}$. Пречник цеви након рачве је $D_2 = 500 \text{ mm}$, а **укупна** дужина цевовода од рачве до доњег резервоара ③ је $L_2 = 40 \text{ m}$. Унутар постројења за пречишћавање, вода наилази на много локалних отпора. Збир свих локалних отпора унутар постројења износи $\zeta_2 = 30$. Познати су и следећи подаци: коефицијент локалног отпора усисне корпе $\zeta_s = 0,5$, колена $\zeta_k = 0,3$, рачве $\zeta_R = 0,9$, уласка у цевовод $\zeta_u = 0,3$, коефицијент трења $\lambda = 0,03$ (ова вредност важи за све деонице), висине $h_1 = 30 \text{ m}$, $h_2 = 50 \text{ m}$, вредност натпритиска у ваздуху на врху водоторња $p_m = 1 \text{ bar}$. Ниво воде у резервоару ③ је непроменљив.

- (а) Три потопљене пумпе раде у истим условима, па је напор сваке од њих исти и износи $Y_{P_1} = 120 \text{ J/kg}$. Одредити напор пумпе P_2 ($Y_{P_2} = ?$).
- (б) Из резервоара чисте воде ③ у коме влада атмосферски притисак, пумпа P_3 потискује воду у водоторањ, кроз цевовод дужине $L_3 = 150 \text{ m}$ и пречника $D_3 = 550 \text{ mm}$ ($\lambda = 0,03$). Одредити напор и снагу пумпе P_3 , ако је њен степен корисности $\eta = 0,9$.



Слика 4. Задатак 4.

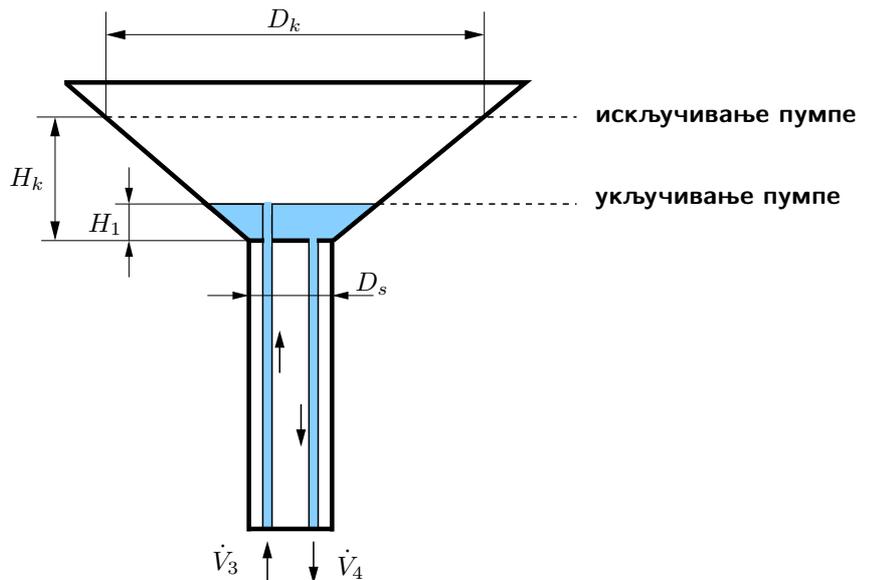
5. Из система приказаног на сликама 1 и 4 издваја се сабирна рачва, која је приказана на слици 5. Три деонице пречника $D_1 = 250 \text{ mm}$ спајају се у један цевовод пречника $D_2 = 500 \text{ mm}$. Сваки од три улазна протока износи $\dot{V}_1 = 50 \text{ lit/s}$. У свим улазним пресецима иста је вредност натпритиска и износи $p_{m1} = p_{m1'} = p_{m1''} = 10 \text{ kPa}$. Одредити правац, смер и интензитет силе којом вода ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) делује на приказану рачву. Заменарити тежину воде, као и губитке енергије на трење. Коefицијент локалног отпора рачве је $\zeta_R = 0,9$. Позната је и вредност угла $\alpha = 45^\circ$.



Слика 5. Задатак 5

6. Неравномерна потрошња воде би захтевала неравномеран рад пумпе (пумпи), што је избегнуто коришћењем водоторња. Када се у резервоару водоторња достигне горњи ниво воде пумпа престаје са радом. Када се услед отицања воде ка потрошачима испразни део резервоара пумпа се поново укључује. На слици 6 су приказани горњи и доњи ниво воде, тј. нивои воде при којима пумпа почиње и престаје да ради. Пумпа се укључује када ниво воде опадне до врха доводне цеви.

Достигнут је доњи ниво воде и укључује се пумпа. Ако вода настави да отиче на потрошачима запреминским протоком $\dot{V}_4 = 60 \text{ lit/s}$, а пумпа P_3 убацује у резервоар водоторња чисту воду протоком $\dot{V}_3 = 150 \text{ lit/s}$ одредити после ког времена ће се пумпа угасити, тј. после колико времена ће поново бити достигнут горњи ниво воде. ($H_k = 8 \text{ m}$, $D_k = 25 \text{ m}$, $D_s = 6 \text{ m}$, $H_1 = 1 \text{ m}$)



Слика 6. Задатак 6.