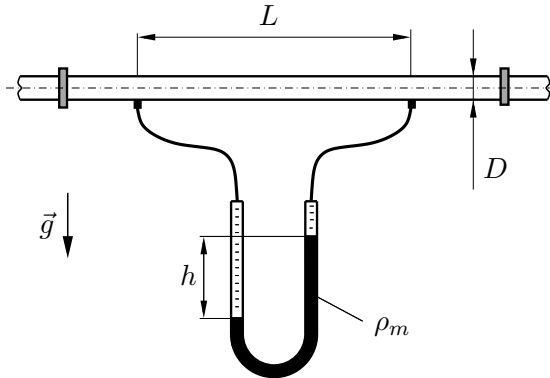


МЕХАНИКА ФЛУИДА Б

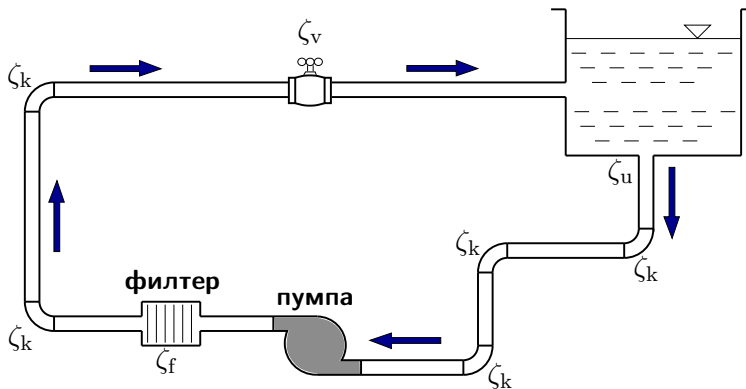
Динамика вискозног флуида

1. Вискозност уља се може одредити истовременим мерењем пада притиска и протока кроз калибрациону цев унутрашњег пречника $D = 10 \text{ mm}$. Колика је динамичка вискозност уља ако је измерен запремински проток $\dot{V} = 50 \text{ cm}^3/\text{s}$, а показивање диференцијалног манометра са живом $h = 150 \text{ mm}$? Растојање између мерних пресека на које је прикључен диференцијални манометар је $L = 2 \text{ m}$. Густина уља је $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, а густина живе $\rho_m = 13600 \text{ kg/m}^3$.



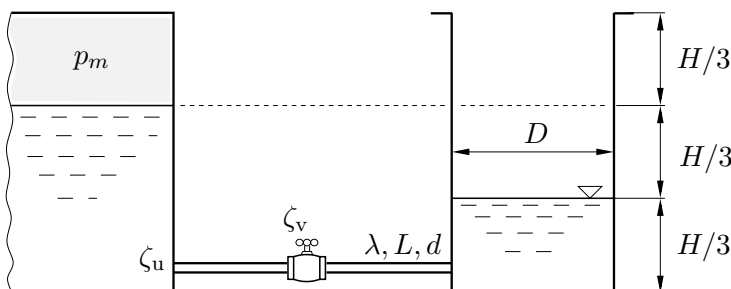
Слика 1: Задатак 1.

2. На слици је приказан један систем у коме вода циркулише помоћу пумпе. Снага на вратилу пумпе је $P = 200 \text{ W}$, и она ради са механичким степеном корисности $\eta_P = 0.8$. Израчунати запремински проток кроз цевовод, ако су познати и следећи подаци: дужина свих праволинијских деоница је $L = 60 \text{ m}$, пречник цеви је $D = 3 \text{ cm}$, коефицијент трења је $\lambda = 0.025$ и коефицијенти локалних отпора $\zeta_k = 1.5$, $\zeta_u = 0.8$, $\zeta_f = 12$ и $\zeta_v = 6$.



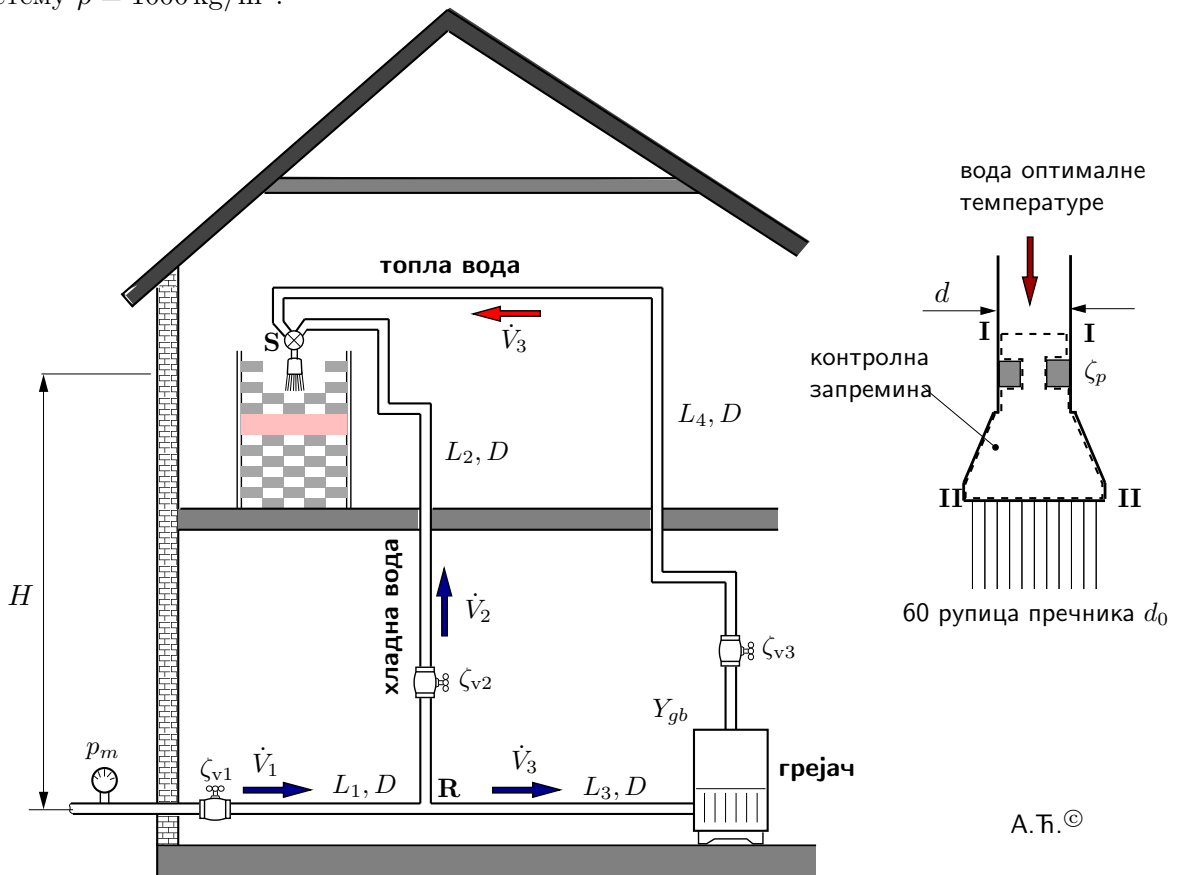
Слика 2. Други задатак.

3. Резервоар А приказан на слици у временском тренутку $t = 0 \text{ s}$ почиње да се пуни из великог резервоара у коме изнад нивоа течности влада константни натпритисак $p_m = 4.905 \text{ kPa}$. Израчунати после ког времена ће престати пуњење резервоара А. Познати су следећи подаци: $D = 2 \text{ m}$, $H = 3 \text{ m}$, $\zeta_u = 0.5$, $\zeta_v = 1$, $\lambda = 0.02$, $L = 2 \text{ m}$, $d = 50 \text{ mm}$.



Слика 3. Трећи задатак.

4. На слици је приказан део цевоводне мреже купатила једне стамбене јединице. Цевоводом дужине $L_1 = 3\text{ m}$ (деоница 1, од места где је прикључен манометар до рачве R) долази вода из водоводне мреже. Она се у рачви R грана на две гране, дужина $L_2 = 6\text{ m}$ (деоница 2) и $L_3 = 2\text{ m}$ (деоница 3). Деоницом 2 хладна вода се директно води ка купатилу, док се деоницом 3 води ка грејачу (бојлеру), где се вода загрева. Загрејана вода се из грејача цевоводом дужине $L_4 = 6\text{ m}$ доводи до купатила. У сабирници S загрејана и хладна вода се мешају у односу $\dot{V}_3/\dot{V}_2 = 1.5$, и добија се вода оптималне температуре за туширање. Све поменуте деонице имају исти пречник, $D = 5\text{ cm}$, док је пречник кратке цеви која води од сабирнице ка тушу пречника $d = 4\text{ cm}$. У тој цеви се налази пригушница чији је коефицијент локалног отпора $\zeta_p = 20$. На тушу се налази 80 рупица једнаких пречника $d_0 = 0.2\text{ cm}$ (слика десно), кроз које вода истиче у туш кабину. Утицај температуре на промену густине и вискозности воде се може занемарити, и може се сматрати да је у читавом систему $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$.



Слика 3. Трећи задатак.

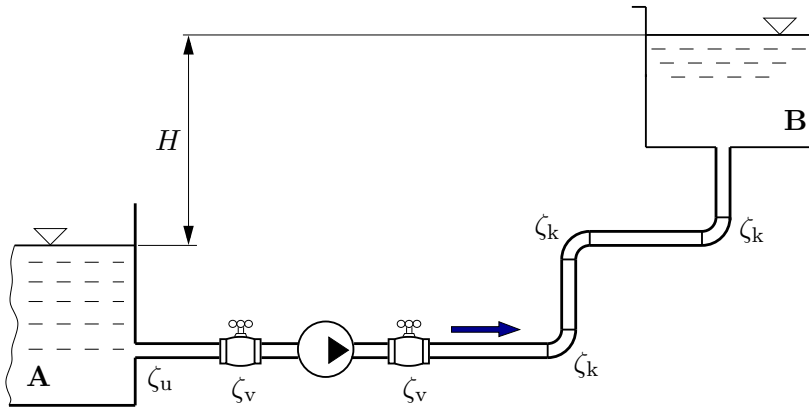
Познати су и следећи подаци:

- коефицијенти локалних отпора на вентилима: $\zeta_{v1} = 40$, $\zeta_{v2} = 100$, $\zeta_{v3} = 5$; сви остали локални отпори се могу занемарити (кривине, рачва, сабирница).
- коефицијент трења је исти за све деонице и износи $\lambda = 0.02$; губитак механичке енергије у грејачу је $Y_{gb} = 10\text{ J/kg}$; висинска разлика је $H = 10\text{ m}$

Потребно је одредити следеће:

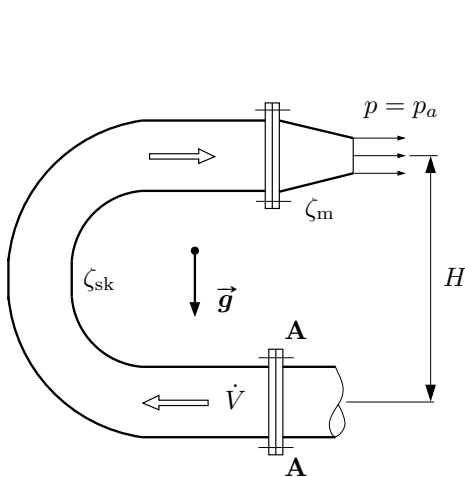
- Брзине струјања у деоницама 1, 2, 3 и 4.
- Натпритисак p_m у водоводној мрежи на цеви на улазу у стамбени објекат.
- Силу коју трпи део туша (контролна запремина приказана на слици десно, између пресека I и II). Занемарити тежину воде у контролној запремини, као и висинску разлику између пресека I и II.

5. На слици је приказан један прост цевовод којим се вода потискује из резервоара А у резервоар В. У цевовод је уграђена пумпа чија је радна карактеристика дата изразом: $Y_p = Y_0(1 - \dot{V}^2/\dot{V}_0^2)$, где су: $Y_0 = 60 \text{ J/kg}$, и $\dot{V}_0 = 40 \text{ lit/s}$. Израчунати запремински проток кроз цевовод и корисну (хидрауличку) снагу пумпе, ако су познати и следећи подаци: висинска разлика $H = 5 \text{ m}$, дужина свих праволинијских деоница је $L = 60 \text{ m}$, пречник цеви је $D = 150 \text{ mm}$, коефицијент трења је $\lambda = 0,025$ и коефицијенти локалних отпора $\zeta_k = 1,5$, $\zeta_u = 0,8$, и $\zeta_v = 6$. Скицирати и објаснити принцип графичког решавања овог задатка.

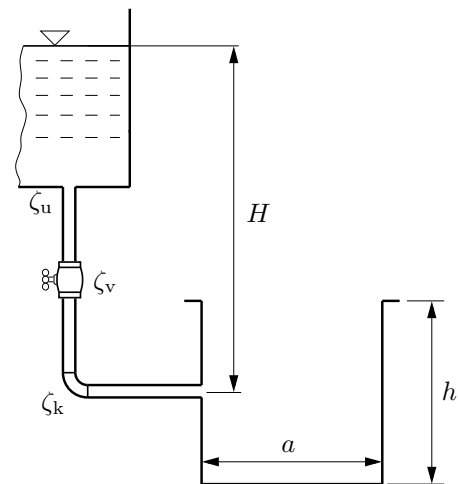


Слика 5. Пети задатак.

6. Кроз закривљену цев са млазницом на свом крају тече вода ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) константним запреминским протоком $\dot{V} = 300 \text{ lit/min}$. Вода проласком кроз млазницу истиче у атмосферу. Пречник цеви је $D = 60 \text{ mm}$, док је излазни пречник млазнице $d = 40 \text{ mm}$. Разлика висина је $H = 50 \text{ cm}$, а коефицијенти локалних отпора су: $\zeta_{sk} = 6$ и $\zeta_m = 0,05$. Запремина коју заузима вода од пресека А-А до излазног пресека млазнице износи $V_w = 4 \text{ dm}^3$. Одредити силу којом је изложена завртањска веза А-А. Да ли би се та сила повећала или смањила ако уклони млазница са краја цеви? Образложити одговор!

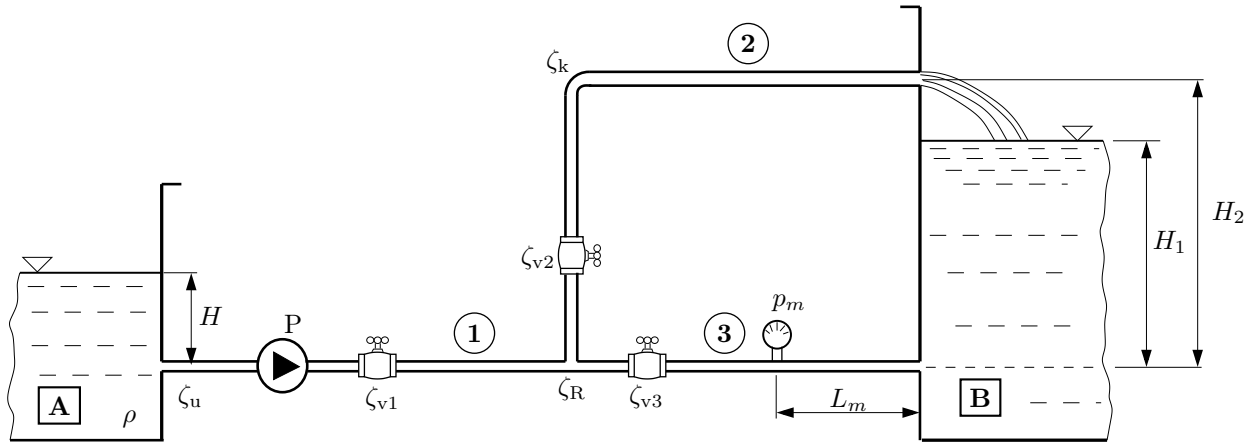


Слика 6. Шести задатак.



Слика 7. Седми задатак.

7. Отворен, празан суд квадратног попречног пресека стране $a = 2 \text{ m}$ и висине $h = 1,6 \text{ m}$ пуни се водом из горњег великог резервоара кроз цевовод пречника $d = 50 \text{ mm}$, дужине $l = 7 \text{ m}$ и коефицијената $\zeta_u = 0,5$, $\zeta_k = 0,3$, $\zeta_v = 10$ и $\lambda = 0,03$. Цевовод је прикључен на суд на половини његове висине. Ако је $H = 6 \text{ m}$ израчунати време потребно да се доњи суд испуни водом.
8. На слици је приказан систем цеви којим се вода ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) претаче из резервоара А у резервоар В. Димензије резервоара су такве да се може сматрати да су нивои воде у њима константни.



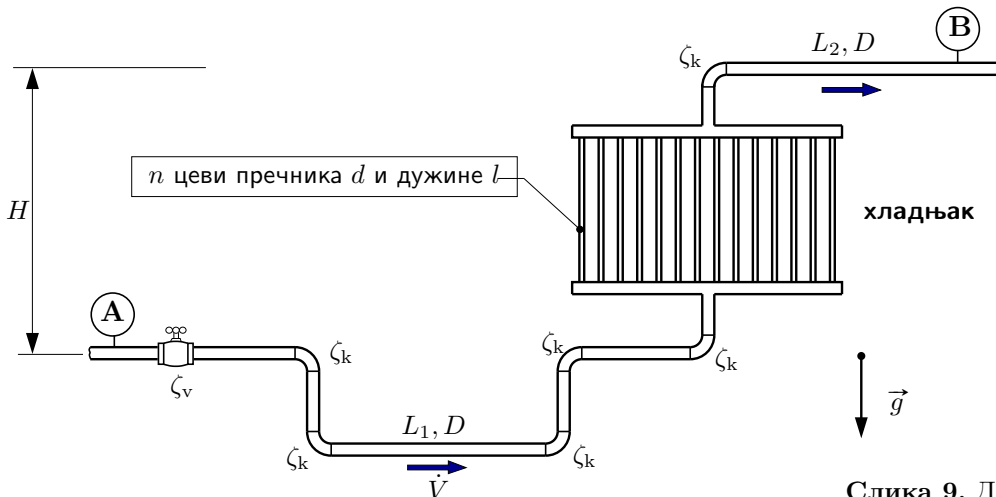
Слика 8. Осми задатак.

Познати су следећи подаци:

- Пречници и дужине праволинијских деоница: $D_1 = 75 \text{ mm}$, $L_1 = 6 \text{ m}$; $D_2 = 60 \text{ mm}$, $L_2 = 10 \text{ m}$; $D_3 = 60 \text{ mm}$, $L_3 = 5 \text{ m}$.
- Висинске разлике: $H = 1 \text{ m}$, $H_1 = 3,5 \text{ m}$ и $H_2 = 5 \text{ m}$
- Коефицијенти локалних губитака енергије: $\zeta_u = 0,5$; $\zeta_k = 0,8$; $\zeta_R = 0,85$; $\zeta_{v1} = 5$, $\zeta_{v2} = 4$ и $\zeta_{v3} = 20$ и коефицијент трења $\lambda = 0,03$.
- Показивање манометра уграђеног у деоници 3, на растојању $L_m = 1,5 \text{ m}$ од резервоара В: $p_m = 35 \text{ kPa}$

Одредити запреминске протоке кроз све деонице и хидрауличку снагу уграђене пумпе.

9. Њутновски, нестишљив флуид тече кроз цевовод приказан на слици. У овом задатку треба израчунати разлику (пад) притиска Δp_{AB} између пресека А и В.



Слика 9. Девети задатак.

Познати су следећи подаци:

- Густина и динамичка вискозност флуида: $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ и $\eta = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg/(ms)}$.
- Висинско растојање између пресека А и В: $H = 2 \text{ m}$.
- Запремински проток: $\dot{V} = 4,71 \text{ lit/s}$.
- Пречници цеви: $D = 100 \text{ mm}$, $d = 1 \text{ cm}$.
- Укупне дужине праволинијских деоница цеви: $L_1 = 5 \text{ m}$, $L_2 = 2 \text{ m}$ и $l = 1 \text{ m}$.
- Број цеви у хладњаку: $n = 60$.
- Коефицијенти локалних отпора: $\zeta_v = 2$, $\zeta_k = 1$.

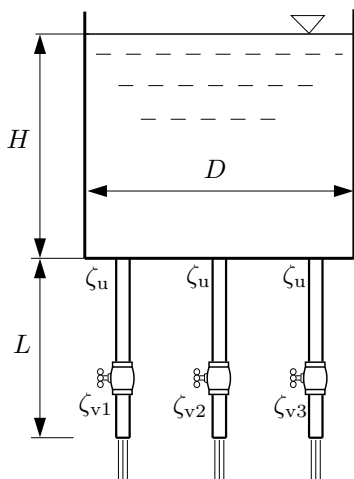
Коефицијенте трења у цевима одредити зависно од режима струјања у њима:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \text{ — ламинарно струјање (} Re < 2300 \text{)}$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \text{ — турбулентно струјање у хидраулички глатким цевима (} 4000 < Re < 10^5 \text{)}$$

Занемарити промену вискозности флуида услед промене његове температуре током струјања (сматрати да је кинематичка вискозност константна).

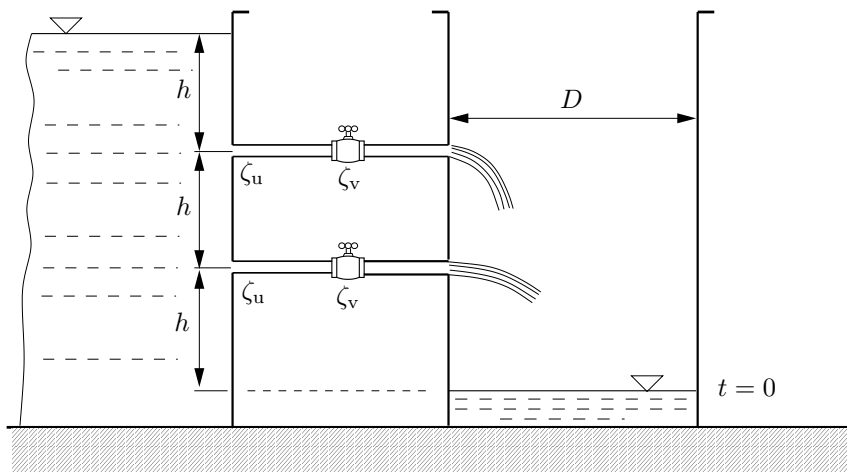
10. Отворени цилиндрични резервоара пречника $D = 2 \text{ m}$, напуњен течносту до висине $H = 5 \text{ m}$ празни се кроз три идентичне цеви пречника $d = 50 \text{ mm}$ и дужине $L = 1 \text{ m}$. Вентили у цевима су различито подешени, тако да је $\zeta_{v1} = 1$, $\zeta_{v2} = 2$ и $\zeta_{v3} = 3$, док је коефицијент $\zeta_u = 0,25$ исти за све цеви.



Слика 10. Десети задатак.

Може се сматрати да је током процеса пражњења резервоара коефицијент трења у свим константан и једнак, и да износи $\lambda = 0,025$. Израчунати време потребно за пражњење резервоара.

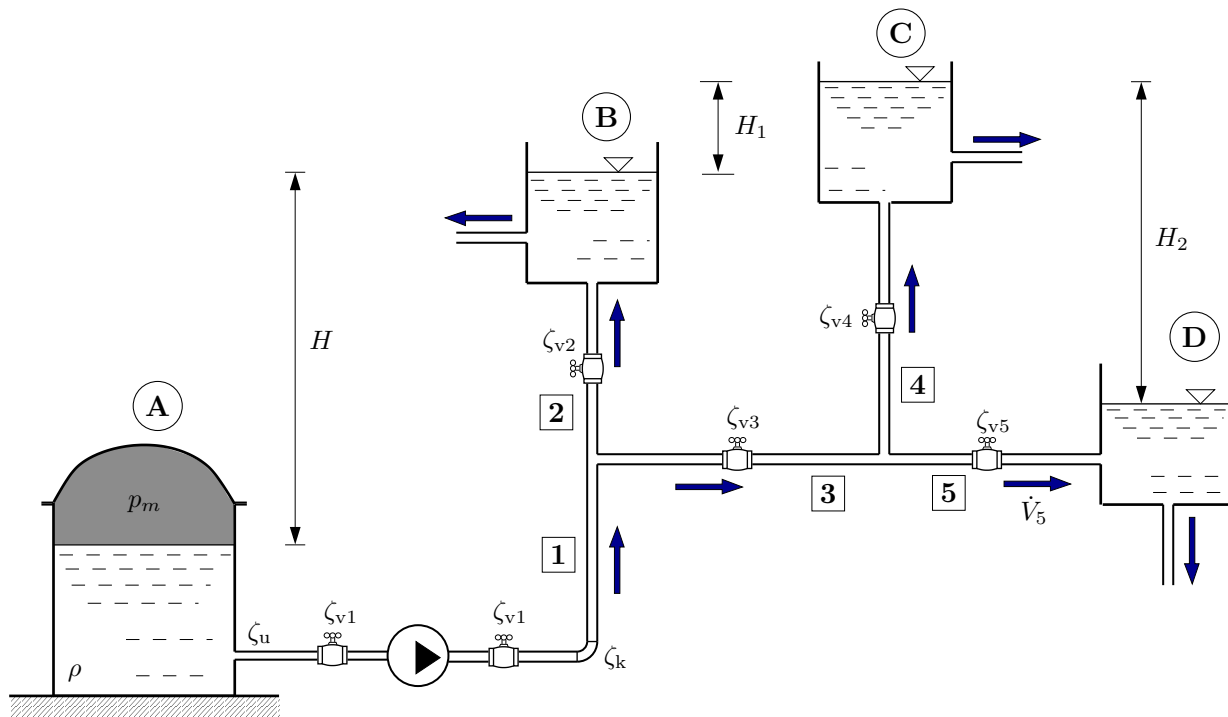
11. Отворени цилиндрични резервоар пречника $D = 2 \text{ m}$ пуни се водом ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) из великог резервоара на начин приказан на слици (приказано је стање у почетном временском тренутку, $t = 0 \text{ s}$). Може се сматрати да су у процесу пуњења вредности коефицијената локалних отпора, као и коефицијента трења константни, и да износе: $\zeta_u = 0,5$; $\zeta_v = 2$ и $\lambda = 0.03$. Вредност висине је $h = 1 \text{ m}$. Цеви су истих дужина и пречника: $L = 1 \text{ m}$ и $d = 50 \text{ mm}$.



Слика 11. Једанаести задатак.

Израчунати време T након кога ће престати процес пуњења десног резервоара.

12. У делу постројења за пречишћавање воде, пумпом се транспортује вода из великог резервоара А у резервоара В, С и D. Може се сматрати да су нивои воде у свим резервоарима константни (у резервоару А због његових димензија, док у осталим услед констатног протицања воде кроз њих - једнакости улазног и излазног запреминског протока). У овом задатку треба израчунати снагу потребну за погон пумпе уграђене у цевној деоници 1.



Слика 12. Дванаести задатак.

Познати су следећи подаци:

- Густина воде: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.
- Натпритисак ваздуха изнад нивоа воде у резервоару А: $p_m = 10 \text{ kPa}$.
- Запремински проток ка резервоару D, тј. запремински проток кроз цевну деоницу означену са 5: $\dot{V}_5 = 10 \text{ lit/s}$.
- Висинске разлике између нивоа течности у резервоарима: $H = 4 \text{ m}$, $H_1 = 1 \text{ m}$, $H_2 = 3 \text{ m}$.
- Коефицијенти локалних отпора: $\zeta_u = 0.3$, $\zeta_k = 1$. Занемарити локалне губитке механичке енергије на местима рачви.
- Подаци дати у табели: L_i - укупна дужина праволинијских делова цеви у i -тој деоници, D_i - унутрашњи пречник цеви i -те деонице, $\zeta_{v,i}$ - коефицијент отпора вентила уграђеног у i -тој деоници.

	1	2	3	4	5
L_i [m]	5	2	3	3	3
D_i [mm]	180	150	150	100	100
$\zeta_{v,i}$ [-]	5	20	5	7	50

- Све цеви су израђене од истог материјала, режим струјања у њима турбулентан, и то у области хидраулички потпуно храпавих цеви, тако да је $\lambda = 0.03$ у свим цевним деоницама.