

PROUDĚNÍ KAPALIN

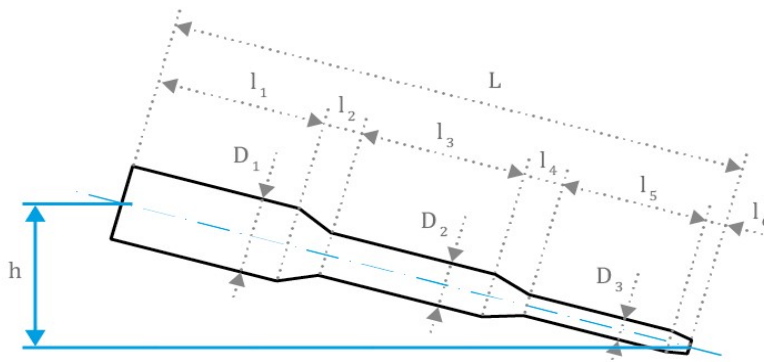
(pracovní list – pokročilá úroveň – klíč řešení)



Voda vytékající z nádoby

Voda vytéká z velké nádrže potrubím složeným z úseků nesterjných průměrů, viz obrázek. Nádrž je tlaková a uzavřená. Voda vytéká zúženým průřezem s průměrem za D_3 do volna.

Parametry potrubí jsou následující: $D_1 = 10$ cm, $v_1 = 0,4$ m.s⁻¹, $p_1 = 250\ 000$ Pa, $D_2 = 8$ cm, $D_3 = 3$ cm, $l_1 = l_3 = l_5 = 1$ m, $l_2 = l_4 = l_6 = 0,1$ m, $h = 0,1$ m



- a) Určete hodnotu rychlosti v potrubí o průměru D_2 .

$$0,625 \text{ m.s}^{-1}$$

- b) Určete hodnotu rychlosti v potrubí o průměru D_3

$$4,44 \text{ m.s}^{-1}$$

- c) Porovnejte hodnoty objemových průtoků v místech D_1 , D_2 a D_3 (v litrech za sekundu).

$$Q_{v1} = Q_{v2} = Q_{v3} = 3,14 \text{ l.s}^{-1}$$

- d) Jaká byla hodnota tlaku v místě průměru D_2 ?

$$P_2 = 200,9 \text{ kPa}$$

- e) Vysvětlete zdánlivý nesoulad s tím, že když se zúží potrubí, tak se i sníží tlak.

Velikost tlaku je ovlivněna nejen zúžením potrubí, ale i změnou výšky potrubí.

f) Určete celkovou mechanickou energii vztaženou na jednotku objemu vody v místě D1.

$$E_{k1} = 125 \text{ J/m}^3 \quad E_{tl1} = 250\,000 \text{ J/m}^3 \quad E_{p1} = 1500 \text{ J/m}^3 \quad E_{mech1} = 251600 \text{ J/m}^3$$

g) Určete celkovou mechanickou energii vztaženou na jednotku objemu vody v místě D2.

$$E_{k2} = 304 \text{ J/m}^3 \quad E_{tl2} = 250\,920 \text{ J/m}^3 \quad E_{p2} = 400 \text{ J/m}^3 \quad E_{mech2} = 251600 \text{ J/m}^3$$



Proudění vody v reálné situaci

Při proudění reálné kapaliny trubicí není rychlost částic kapaliny v celém průřezu trubice stejná. Vrstva kapaliny, která se stýká bezprostředně se stěnami trubice, se pohybuje nejmenší rychlostí nebo je vzhledem ke stěnám trubice v klidu.

a) Co je příčinou různých rychlostí na řezu potrubí? A která materiálová konstanta popisuje tuto vlastnost kapalin?

Příčinou je tzv. vnitřní tření (mezimolekulární síly). Veličina je viskozita.

b) S pomocí animace (zvolte libovolné parametry proudění skutečné kapaliny) rozhodněte, jaký tvar má spojnice bodů proudící kapaliny v daném čase.

parabola

c) Pro měření tlaku krve rtuťovým tonometrem s fonendoskopem se využívá rozdíl mezi laminárním a turbulentním prouděním. Lékař nejprve manžetou zaškrtní tepnu. Co uslyší ve fonendoskopu?

nic

d) Po uvolnění vznikne v tepně malá mezírka a tím i turbulentní proudění. Co lékař uslyší?

šum turbulentně proudící krve

- e) Po dalším uvolnění a zvětšení mezírky se turbulentní proudění změní na laminární. Co lékař uslyší?

nic

- f) Jak se nazývá tlak v prvním a druhém změřeném rozhraní?

systolický a diastolický tlak