



Střední zdravotnická škola

Mostecká 1912
390 41 Tábor

www.szs-tabor.cz
+420 381 252 514



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

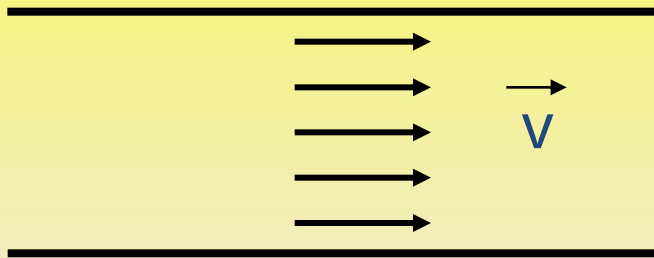
Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0791
Tematická oblast	FYZIKA
Ročník	1. ročník
Jméno autora	Ing. Hynek Másílko
Název DUM	Proudící kapalina – rovnice kontinuity
Datum vytvoření	Leden 2013
Datum ověření	20.2.2013
Označení DUM	VY_32_INOVACE_20.06
Anotace	Prezentace seznamuje žáky se základy proudění kapalin a rovnicí kontinuity a také Bernoulliho rovnicí.

Proudící kapalina

Největší význam pro praktický život má proudění kapalin.

Proudění můžeme rozdělit na:

- Proudění ideální kapaliny – proudění kapaliny, která je dokonale nestlačitelná a bez vnitřního tření, tzv. ideální kapaliny.



- Proudění vazké (viskózní) kapaliny – jedná se o proudění kapaliny, při kterém je uvažováno vnitřní tření kapaliny.



Proudící kapalina

Největší význam pro praktický život má proudění kapalin.

Proudění můžeme rozdělit na:

- Proudění nestlačitelné kapaliny – jde o proudění kapaliny, která není stlačitelná, tzn. její hustota je konstantní.
- Proudění stlačitelné kapaliny – při proudění stlačitelné kapaliny se hustota kapaliny mění v závislosti na tlaku kapaliny.

Proudící kapalina

- K překonání sil vnitřního tření, které brzdí pohyb částic reálné kapaliny, je třeba vykonat mechanickou práci.
- Tato práce se koná na úkor tlakové potenciální energie kapaliny, která se mění ve vnitřní energii.
- Vnitřní energie kapaliny se projevuje zvýšením teploty.
- Proto u kapalin s velkým vnitřním třením (olej, ...) se musí udržovat jejich proudění prací čerpadel.
- Zákon zachování mechanické energie

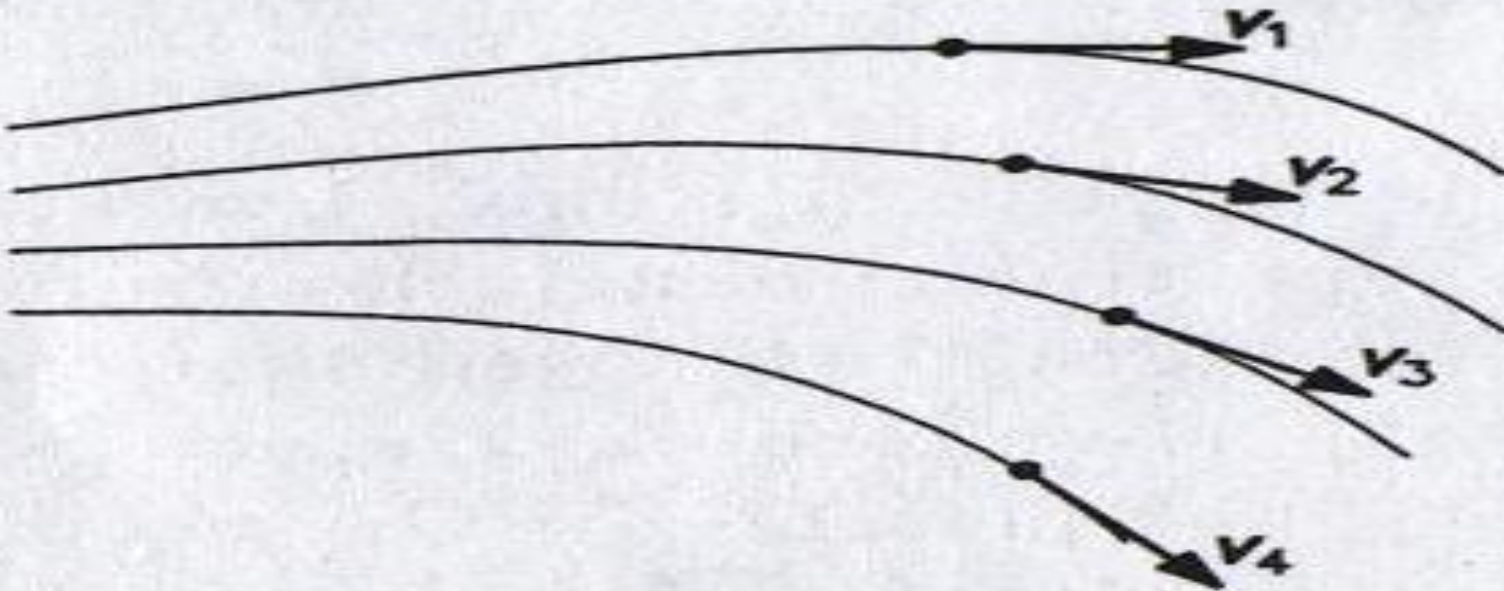
Proudící kapalina

- Proudnice je taková myšlená čára, že tečna sestrojená v jejím libovolném bodě určuje směr rychlosti pohybující se částice tekutiny.
- Každým bodem kapaliny prochází právě jedna proudnice, proudnice se neprotínají.

Proudnice uvidíme, nasypeme-li do proudící vody jemný prášek, drobné kousky trávy nebo listí, ...

Proudící kapalina

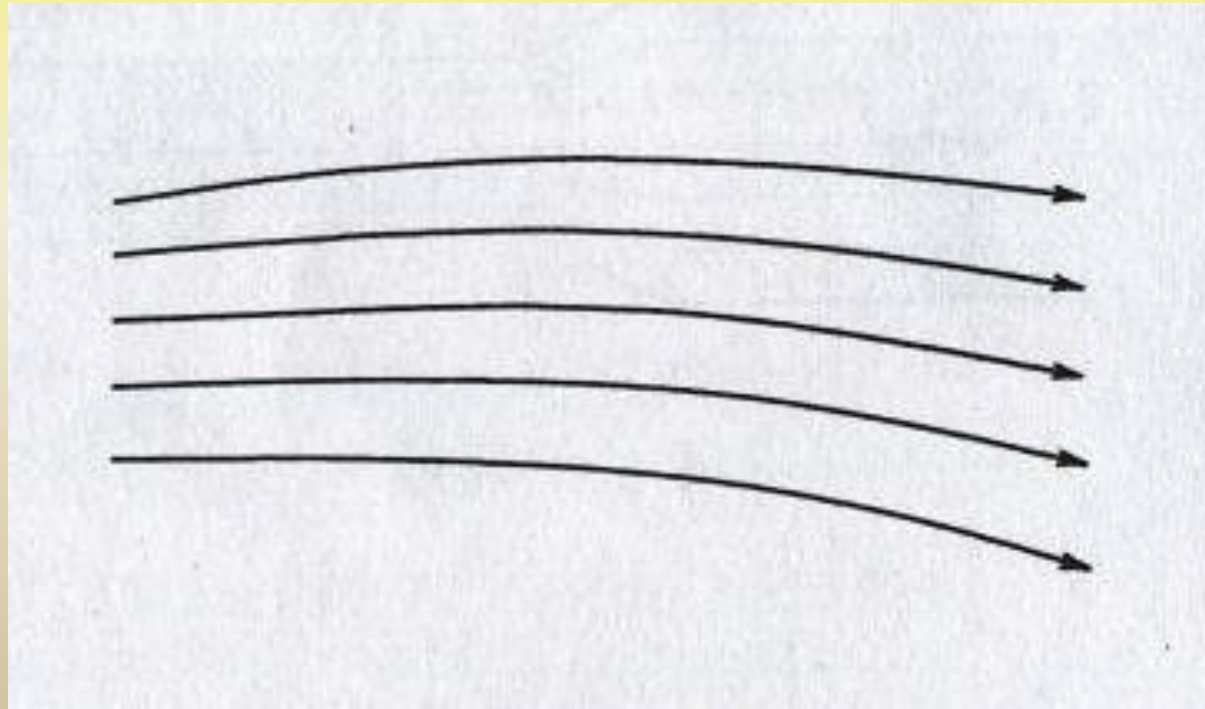
- Proudnice popisují proudící tekutiny a zjednodušují naši představu o proudění kapaliny.
- Jsou analogií síločar elektrického pole,
magnetickou indukční čáru magnetického pole, ...



Proudící kapalina

Proudění vazkých kapalin (s vnitřním třením)

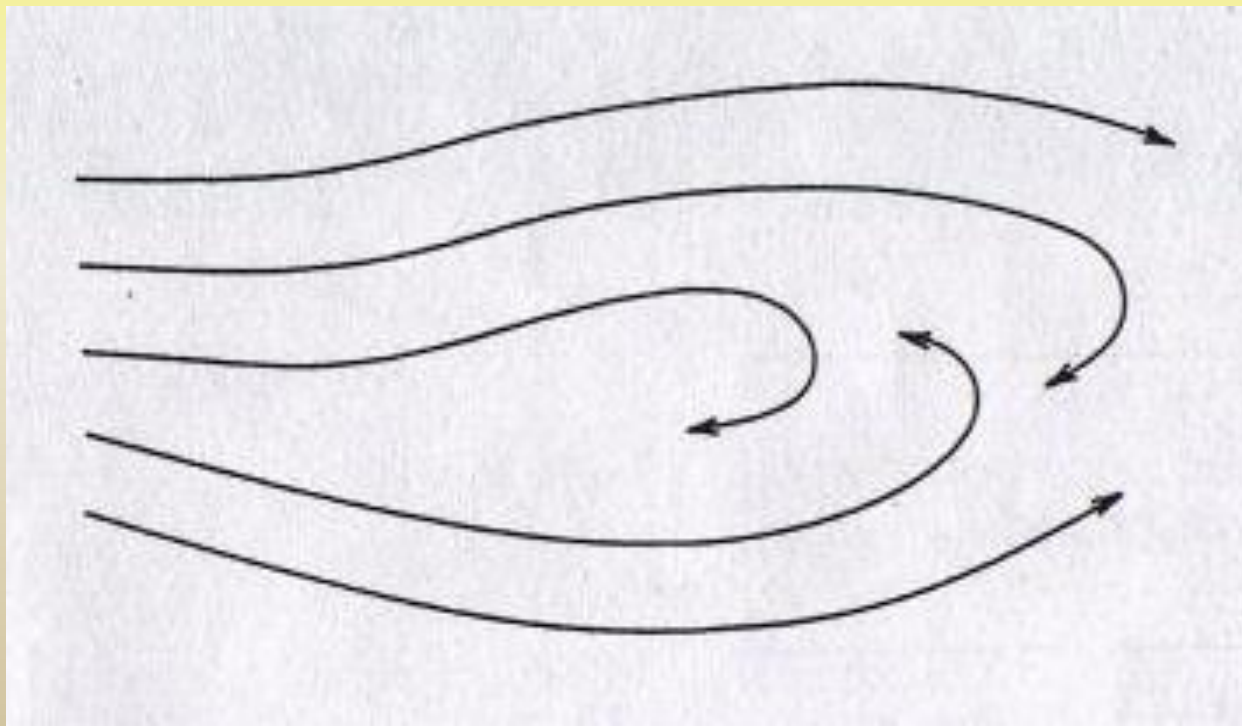
- Laminární proudění – při tomto proudění jsou dráhy jednotlivých částic kapaliny navzájem rovnoběžné; částice se tedy pohybují ve vzájemně rovnoběžných vrstvách, aniž by přecházely mezi jednotlivými vrstvami.



Proudící kapalina

Proudění vazkých kapalin (s vnitřním třením)

- Turbulentní proudění – částice přecházejí mezi různými vrstvami kapaliny, čímž dochází k promíchávání jednotlivých vrstev kapaliny.



Proudící kapalina

Vlastnosti proudění:

- Při ustáleném proudění ideální kapaliny v uzavřené trubici mají všechny částice v celém průřezu v jednom místě trubice stejný objemový průtok a stejnou rychlost.
- Pro takové proudění platí rovnice kontinuity, z které plyne, že *zmenšením* obsahu průřezu trubice se rychlost proudění *zvětší*.

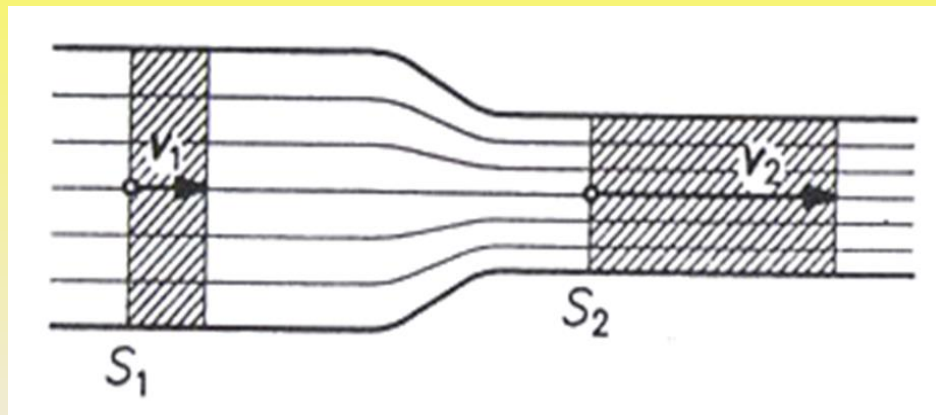
Proudící kapalina

Rovnice spojitosti (kontinuity)

Objem kapaliny, který proteče daným průřezem trubice za jednotku času, se nazývá objemový průtok.

$$Q_V = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot s}{t} = S \cdot v$$

$$Q_V = S \cdot v \quad [Q_V] = m^3 \cdot s^{-1}$$



Protéká-li průřezem o plošném obsahu S kapalina rychlostí o velikosti v , je objemový průtok v m^3/s .

Objem vody (resp. plynu), která proteče daným potrubím za libovolnou dobu, měříme **vodoměrem** (resp. **plynoměrem**).

Proudící kapalina



Proudící kapalina

Vlastnosti proudění:

- Tlak v kapalině během proudění závisí na *rychlosti* proudění. Čím je rychlost *menší*, tím je tlak *větší*. Tento překvapivý jev se nazývá hydrodynamický paradox. Závislost tlaku během proudění ideální kapaliny popisuje Bernoulliho rovnice.
- Při proudění skutečné kapaliny je rychlost částic v průřezu v jednom místě trubice různá a závisí na tření mezi částicemi a stěnou trubice a na vnitřním tření v kapalině.

Proudící kapalina

Bernouliho rovnice:

- Se změnou rychlosti kapaliny se mění i její kinetická energie.
- V zúžené části potrubí proudí kapalina větší rychlostí.
- Má tedy větší kinetickou energii.
- Z hlediska zákona zachování mechanické energie roste kinetická energie na úkor energie potenciální.

Proudící kapalina

Bernouliho rovnice:

- U proudící kapaliny se jedná o změnu energie, která souvisí s tlakem proudící kapaliny - **tlaková potenciální energie**.

$$W = F.l = p.S.l = p.V$$

$$E_p = p.V$$

- **Kinetická energie**

$$E_k = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2}\rho.V.v^2$$

Proudící kapalina

Bernouliho rovnice:

$$E_K + E_P = konst .$$

$$\frac{1}{2} \rho . V . v^2 + p . V = konst .$$

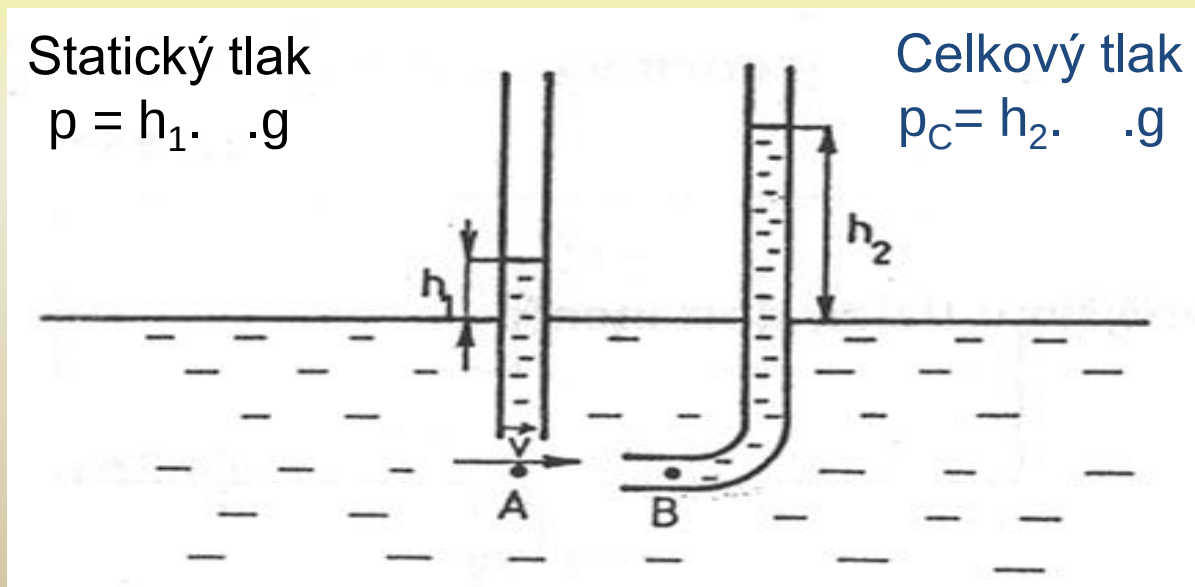
$$\frac{1}{2} \rho . v^2 + p = konst .$$

Proudící kapalina

Bernouliho rovnice:

$$\frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + p = konst$$

Dynamický + statický = celkový
tlak tlak tlak

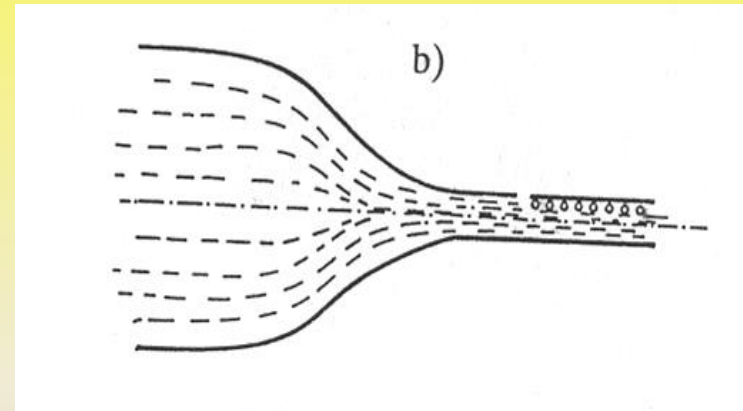
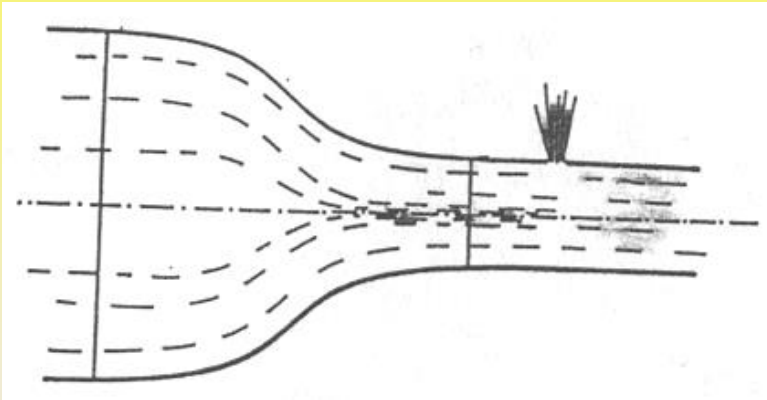


Proudící kapalina

- Zúžením průřezu potrubí lze dosáhnout takové zvýšení velikosti rychlosti proudící kapaliny, že její tlak klesne v zúženém místě pod hodnotu atmosférického tlaku.
- Tím vznikne podtlak a bude docházet k nasávání vzduchu do manometrické trubice.

Proudící kapalina

- Na tomto principu fungují vodní vývěvy, fixírky rozprašovače na květiny, mechanické rozprašovače u parfémů, v karburátorech [spalovacích motorů](#), ...



- Poznatek o snížení tlaku kapaliny v zúženém místě potrubí byl nazván **hydrodynamické paradoxon**, i když ani zde nejde o žádný paradox; z fyzikálního hlediska je vše naprosto v pořádku.

Použité zdroje

Odkazy:

- <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/126-proudeni-realne-kapaliny>
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Proud%C4%9Bn%C3%AD>
- <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/125-bernoulliho-rovnice>
- <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/123-zakladni-pojmy-dynamiky-tekutin>

Obrázky:

- <http://obrazky.cz/?q=vodom%C4%9Br>
- http://www.domont.cz/obrazek.php3?jaka=data/img/fotogalerie/vodovody/001_detail.jpg

Učebnice:

- Fyzika pro střední školy 1, O. Lepil Prometheus