

# Rovnice kontinuity

Též rovnice spojitosti toku nebo rovnice kontinuity proudění. Jedná se v podstatě o formulaci zákona zachování hmotnosti.

Rovnice kontinuity je rovnice, která vyjadřuje vztah mezi rychlostí proudění  $v$  a obsahem průřezu  $S$  v jednom místě uzavřené trubice při ustáleném proudění ideální kapaliny.

$$Q_v = S \cdot v = \text{konst.}$$

$Q_v$  = objemový průtok (objem kapaliny, který proteče daným průřezem trubice za jednotku času)

$$Q_v = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$S$  = plošný obsah průřezu trubice kolmého ke směru rychlosti tekutiny

$v$  = velikost průměrné rychlosti v tomto průřezu

**Odvození vztahu:**

$$Q_v = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{S \cdot \Delta l}{\Delta t} = S \cdot v$$
$$[Q_v] = m^3 \cdot s^{-1}$$

**Z rovnice kontinuity plyne:**

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

Neboli poměr rychlostí  $v_1$  a  $v_2$  proudění ve dvou místech trubice je převrácený k poměru plošných obsahů průřezů  $S_1$  a  $S_2$  trubice ve stejných místech.

- Čím užší trubice, tím rychlejší proudění.
- Při ustáleném proudění ideální kapaliny je objemový průtok v každém místě trubice stejný.
- Při ustáleném proudění ideální kapaliny je součin obsahu průřezu a velikosti rychlosti proudící kapaliny v každém místě trubice stejný.
- Platnost rovnice je dána tím, že ve všech místech trubice je zachován stejný objemový průtok (při proudění ideální kapaliny v uzavřené trubici).

Tento vztah můžeme zobecnit pro stlačitelné kapaliny. U stlačitelných kapalin dochází ke změně hustoty, proto se mění objemový tok. Veličina, která se nemění, je hmotnostní tok  $Q_m$ . Rovnici kontinuity lze pak přepsat do tvaru:

$$Q_m = S \cdot v \cdot \rho = \text{konst.}$$

$Q_m$  = hmotnostní tok (hmotnost kapaliny, která proteče daným průřezem za jednotku času)

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

$\rho$  = hustota kapaliny

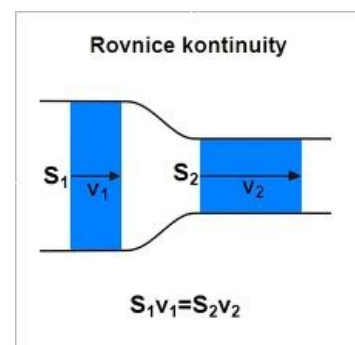
$S$  = plošný obsah průřezu trubice kolmého ke směru rychlosti tekutiny

$v$  = velikost průměrné rychlosti v tomto průřezu

- Při ustáleném proudění stlačitelné kapaliny je hmotnostní tok kapaliny v libovolném kolmém průřezu proudové trubice konstantní.

**Odvození vztahu:**

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot \Delta V}{\Delta t} = S \cdot v \cdot \rho$$
$$[Q_m] = kg \cdot s^{-1}$$



## Rovnice kontinuity vzhledem ke krevnímu oběhu

Rovnice kontinuity popisující tok kapaliny se v krevním oběhu skutečným poměrům pouze blíží.

### **Příčiny:**

#### **Krev není ideální kapalina.**

Což znamená, že v cévách dochází jak k laminárnímu proudění, tak k proudění turbulentnímu. Turbulentní proudění může být zapříčiněno např. větvením cév či nehomogenitou cévní stěny.

#### **Krev je nehomogenní kapalina.**

Popisujeme ji jako koloidní disperzní soustavu, obsahující roztok anorganických látek, organických látek a krevních elementů (červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky). Krev je navíc viskoelastická kapalina. Proti mechanickému proudění tak v cévách působí mechanické třecí síly a elektrické síly.

#### **Průřez cév se mění v důsledku vnitřního tlaku.**

Při náhlém zúžení cévy je rychlostní profil roven centrální části v širší oblasti cévy. Ustálí se až po určité vzdálenosti od místa zúžení.

#### **Krev neteče plynule, ale pulzuje.**

V důsledku srdečního mechanismu nedochází k ustálenému proudění krve.

## **Odkazy**

### **Použitá literatura**

- LEPIL, Oldřich, Milan BEDNAŘÍK a Radmila HÝBLOVÁ. *FYZIKA pro střední školy I.* 1.. vydání. Praha : Prometheus, spol. s r. o., 2003. 265 s. Kapitola 7.6  
Proudění tekutin. ISBN 80-7196-184-1.
- BEDNÁŘ, Jan, Jiří BAJER a Zdeněk BOUCHAL. *Výkladový SLOVNÍK fyziky.* 1.. vydání. Praha : Prometheus, spol. s r. o., 2001. 590 s. ISBN 80-7196-151-5.