**„ EU peníze školám“**

**Projekt DIGIT – digitalizace výuky na ISŠTE Sokolov**

**reg.č. CZ.1.07/1.5.00/34.0496**

|  |  |
| --- | --- |
| **III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT** | VY\_32\_INOVACE\_11\_1\_10 |
| **Název vzdělávacího materiálu** | Hydrodynamika – pohybová rovnice Bernoulliova |
| **Jméno autora** | Ing. Štěpánka Makoňová |
| **Tematická oblast** | Mechanika tekutin |
| **Vzdělávací obor** | 23-44-L/001 Mechanik strojů a zařízení |
| **Předmět** | Technická mechanika |
| **Ročník** | 3. |
| **Návaznost na ŠVP** | 23-44-L/001 Mechanik strojů a zařízení |
| **Rozvíjené klíčové kompetence** | Rozvoj technického myšlení. Aplikování získaných informací v praxi.  |
| **Průřezové téma** | Člověk a svět práce |
| **Časový harmonogram** | 1 vyučovací hodina |
| **Použitá literatura a zdroje** | LEINVEBER, J. VÁVRA, P. *Strojnické tabulky.* Praha: ALBRA, 2005. ISBN 80-7361-011-6VONDRÁČEK, V. STŘEDA, I. MAMULA, V. HLINKA, M. *Mechanika IV – Mechanika tekutin a termomechanika.* Praha: SNTL, 1977. |
| **Pomůcky a prostředky** | Dataprojektor, vizualizér |
| **Anotace** | Zákon o zachování a přeměně energie. Energie kinetická a potenciální. Bernoulliova rovnice pro průtok ideální tekutiny mezi sledovanými průřezy |
| **Způsob využití výukového materiálu ve výuce** | Výklad, pracovní list, zkušební test |
| **Datum (období) vytvoření vzdělávacího materiálu** | Leden 2013 |

*Tento výukový materiál je plně v souladu s Autorským zákonem (jsou zde dodržována všechna autorská práva).*

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

**Hydrodynamika –** **pohybová rovnice Bernoulliova**

Ustálený tok ideální tekutiny se řídí dvěma rovnicemi:

1. **Rovnicí spojitosti toku –** tato rovnice vyjadřuje zákon zachování hmoty
2. **Bernoulliovou rovnicí pohybovou –** tato rovnice vyjadřuje zákon o zachování a přeměně energie

**Zákon o zachování a přeměně energie:**

Energii nelze z ničeho vyrobit, ani zničit. Je pouze možné kvalitativně různé formy energie navzájem měnit jednu v druhou v určitých kvantitativních poměrech. Celková energie soustavy zůstává přitom neměnná, neroste, ani neubývá a pohyb tak mění pouze svoji formu.

Při izotermickém proudění uvažujeme pouze vzájemnou přeměnu forem mechanické energie.

Mechanická energie Em

**+**

**Kinetická energie Ek**

**Potenciální energie Ep**

**Tlaková energie Ep**

$$E\_{p}=V.p=m\frac{p}{ρ}$$

**Tíhová energie Eg**

$$E\_{g}=m.g.h$$

**Rotačního pohybu Ekr**
$$E\_{kr}=\frac{1}{2}.I.ω^{2}$$

**Posuvného pohybu Ekp**

$$E\_{kp}=\frac{1}{2}.m.v^{2}$$

**+**

**+**

Při pohybu částic tekutiny, je kinetická energie rotačního pohybu zanedbatelná, uvažujeme jen jejich posuvný pohyb.

$$E\_{m}= E\_{g}+E\_{p}+E\_{kp} \left[J\right]$$

*Potenciální energie* tekutiny vyjadřuje schopnost konat práci.

*Tíhová (polohová) energie* závisí na hmotnosti tekutiny m a geodetické výšce h od srovnávací hladiny.

*Tlaková energie* je rovna tlakové práci vydané na stlačení tekutiny o hmotnosti m do prostoru o tlaku p.

Pokud sledujeme ustálený průtok ideální nestlačitelné tekutiny proudovou trubicí, musí být mechanická energie vstupující tekutiny rovna mechanické energii tekutiny vystupující.

Mechanická energie vstupující tekutiny Em1:

Do průtočné plochy S1 [m2]ve výšce h1 [m]od srovnávací hladiny vstupuje tekutina o hustotě ρ [ kg.m-3] rychlostí w1 [m.s-1]pod tlakem p1 [Pa].

$$E\_{m1}= E\_{g1}+E\_{p1}+E\_{kp1}=m.g.h\_{1}+m\frac{p\_{1}}{ρ}+m\frac{w\_{1}^{2}}{2}$$

Mechanická energie vstupující tekutiny Em2:

Z průtočné plochy S2 [m2]ve výšce h2 [m]od srovnávací hladiny vystupuje tekutina o hustotě ρ [ kg.m-3] rychlostí w2 [m.s-1]pod tlakem p2 [Pa].

$$E\_{m2}= E\_{g2}+E\_{p2}+E\_{kp2}=m.g.h\_{2}+m\frac{p\_{2}}{ρ}+m\frac{w\_{2}^{2}}{2}$$

*Podle zákona o zachování energie zůstává mechanická energie tekutiny v každém průřezu proudové trubice stále stejná, platí Em1 =Em2*

**Pohybová rovnice Bernoulliova pro průtok ideální tekutiny o hmotnosti m mezi sledovanými průřezy:**

$$m.g.h\_{1}+m\frac{p\_{1}}{ρ}+m\frac{w\_{1}^{2}}{2}=m.g.h\_{2}+m\frac{p\_{2}}{ρ}+m\frac{w\_{2}^{2}}{2}$$

**Hydrodynamika – pohybová rovnice Bernoulliova**

**Pracovní list:**

Příklad číslo 1:

Z vodorovné trysky proudí voda rychlostí 10 m.s-1  do okolí s atmosférickým tlakem p = 1,02. 105 Pa. Určete:

1. Objemový tok
2. Hmotnostní tok
3. Rychlost v průřezu v průtočné ploše S1
4. Absolutní tlak p1

Dáno:

ρ= 1000 kg.m-3

w2 = 10 m.s-1

d1 = 220 mm

d2 = 120 mm

p2 = pb  = 1,02. 105

Přetlak pp2 =0

Absolutní tlak p1 = pb + pp1

pp1 vypočítám z Bernoulliovy rovnice

ød2

ød1

w1

w2

Průtočná plocha S1

pb

p1

Průtočná plocha S2

**Hydrodynamika – pohybová rovnice Bernoulliova**

1. Při pohybu částic tekutiny je zanedbatelná:
2. Tíhová energie
3. Tlaková energie
4. Kinetická energie rotačního pohybu
5. Schopnost konat práci vyjadřuje pouze:
6. Potenciální energie
7. Kinetická energie posuvného pohybu
8. Kinetická energie rotačního pohybu
9. Ze vztahu **E= m.g.h** určíme energii:
10. Tlakovou
11. Tíhovou
12. Kinetickou
13. Bernoulliova rovnice vychází ze zákona o zachování:
14. Objemu
15. Energie
16. Hmoty
17. Jednotka pro energii není:
18. N.m
19. W
20. J