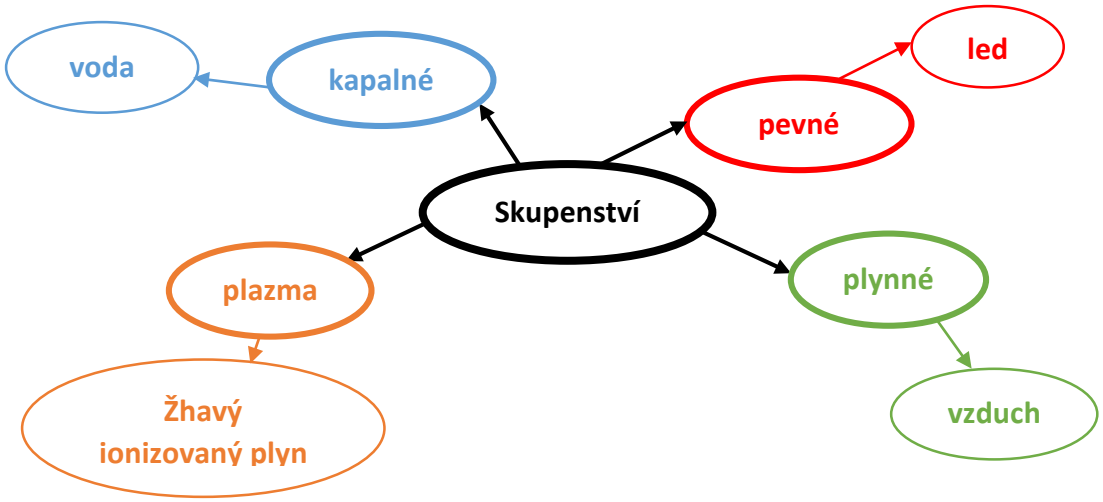
1. Úvod do mechaniky tekutin

Mechanika kapalin a plynů je částí obecné mechaniky. Zabývá se rovnováhou sil za klidu a pohybu tekutin. Většinu svých úkolů řeší na elementárních objemech tekutiny, pro něž sestavuje rovnice rovnováhy.

1.1. Skupenství – pevné (led), kapalné (voda), plynné (vzduch), plazma (žhavý ionizovaný plyn)



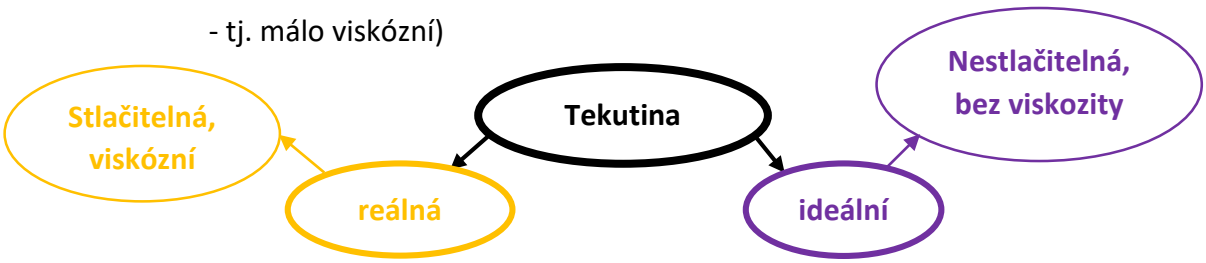
Makroskopické chování látek je podmíněno mikroskopickými vlastnostmi. Mikroskopické vlastnosti jsou dány přitažlivými a odpudivými silami.

Tekutiny: a) kapaliny (nemění samovolně svůj objem a jsou málo stlačitelné)

- při proudění kladou odpor proti pohybu, tj. jsou viskózní

b) plyny (lehce stlačitelné, napětí v tahu a tečná napětí od viskozity jsou malá,

- tj. málo viskózní)



Tekutina: a) reálná (skutečná) – stlačitelná a viskózní
b) ideální (dokonalá) – nestlačitelná, bez vnitřního tření (bez viskozity)

1.2. Síly působící na tekutinu: a) vnitřní (vzájemné působení hmotných částic)
b) vnější – hmotnostní (objemové) F_m
– plošné F_p

a) Hmotnostní síly F_m závisí na hmotnosti m [kg] a zrychlení a [m.s^{-2}]. U ideální tekutiny je hustota $\rho = konstantní$ a hmotnost m je úměrná objemu V kapaliny.

$$F_m = m.a = \rho.V.a \qquad (1)$$

Hmotnostní síly: *setrvačná, odstředivá, tíha, hybnostní síla*, atd.

b) Plošné síly F_p závisí na velikosti ploch S [m^2], při rovnoměrném rozdělení jsou úměrné ploše S.

$$F_p = p.S \tag{2}$$

$$F_t = F_p = \tau.S \tag{3}$$

$$F_k = F_p = \sigma.l \tag{4}$$

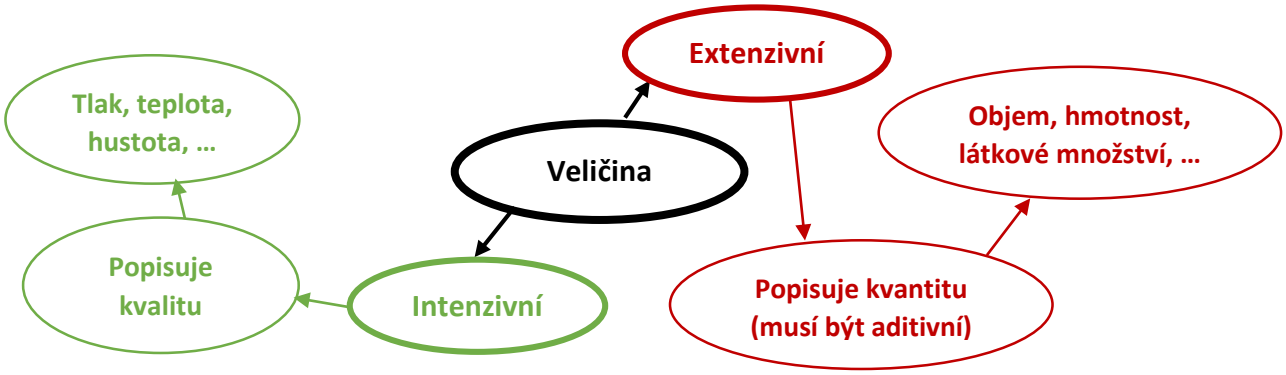
Plošné síly: *tlaková* F_p *, tečná* F_t *, kapilární* F_k *.*

Z rovnováhy sil pro vyšetřovaný stav, lze stanovit závislost působících sil a tím vyjádřit plošnou sílu jako objemovou a naopak.

Obecně platí mezi plošnými a hmotnostními silami: (Gaussova-Ostrogradského věta)

$$F = \int_S p.dS = -\int_S grad\ p.dV \tag{5}$$

kde $grad\ p = \left(\frac{\partial p}{\partial x}, \frac{\partial p}{\partial y}, \frac{\partial p}{\partial z}\right)$.



1.3. Stavové veličiny: tlak p, teplota *T*, hustota (měrný objem) *ρ*

TLAK p [Pa] – silový účinek molekul na plochu je tlak, závisí na počtu molekul a jejich kinetické energii *Ek*, pro ideální plyn jsou mezimolekulární síly zanedbatelné:

$$p = \frac{2}{3}.\frac{n}{V}.Ek \tag{6}$$

kde $\frac{n}{V}$ je poměr počtu molekul v jednotce objemu.

V nádobě o objemu V je n molekul plynu, kde:

$$Ek = \frac{1}{2}m_m.v^2 \tag{7}$$

kde m_m je hmotnost plynu a v rychlost.

$$p = \frac{2}{3}.n_1.E \tag{8}$$

kde n_1 je počet molekul v jednotce objemu.

TEPLOTA *T* [K] – vyjadřuje stav, lišící se od druhých veličin jako je délka, objem, nebo hmotnost.

Protože teplota T je neaditivní veličina (intenzivní), neboli nezávisí na rozměrech systémů (hmotnosti), tlak a teplota se nedělí, když soustavu rozdělíme na několik částí.

Vysvětlení na příkladu:
10 těles o hmotnosti $m = 1kg \cong 10kg$, ale 10 těles o teplotě $T = 20°C \cong pořád\ 20°C$.

$$\frac{p}{T} = \frac{m.r}{V} \tag{9}$$

kde r je měrná plynová konstanta, *p* tlak a *V* objem.

Slovník pojmů:

Označení	**Jednotka**	**Význam**
Ek	J	kinetická energie
F	N = kg . m . s $^{-2}$	síla
F_k	N	kapilární síla
F_m	N	hmotnostní (objemová) síla (= F_o)
F_p	N	tlaková síla – plošná síla
F_t	N	tečná síla, třecí síla
S	m^2	plocha
T	K	teplota
V	m^3	objem
a	m . s $^{-2}$	zrychlení
l	m	délka
n	1	počet molekul
m	kg	hmotnost
m_m	kg	hmotnost plynu
p	Pa = N . m $^{-2}$	tlak, hydrostatický tlak
r	J . kg $^{-1}$. K $^{-1}$	měrná plynová konstanta
v	m . s $^{-1}$	rychlost
η	Pa . s	dynamická viskozita
ρ	kg . m $^{-3}$	hustota (měrná hmotnost)
σ	N . m $^{-1}$	povrchové napětí
τ	Pa	tečné napětí

Použitá literatura:

[1] – NOSKIEVIČ J. a kol.: Mechanika tekutin. Praha: SNTL, 1987.

[2] – JANALÍK J., ŠŤÁVA P.: Mechanika tekutin. Ostrava: VŠB TU, 2002.

[3] – WALKER, Jearl. Halliday & Resnick fundamentals of physics. Tenth edition, extended. Hoboken: Wiley, 2014. ISBN 978-1-118-23061-9.