

# Youngův modul pružnosti

Youngův modul pružnosti je materiálová konstanta, tj. veličina charakteristická pro danou látku. Vypovídá o její pevnosti a možnosti její deformace. Čím je hodnota modulu vyšší, tím vyšší napětí je potřeba k dosažení stejné deformace. Youngův modul pružnosti se označuje písmenem  $E$  a nabývá vždy kladné hodnoty. Je pojmenován po anglickém lékaři a fyzikovi, Thomasovi Youngovi.

Youngův modul pružnosti závisí na druhu materiálu a na teplotě. Tak např. pro ocel má hodnotu 210 GPa, pro měď 80 GPa, pro iridium 530 GPa apod. Na teplotě závisí tak, že s rostoucí teplotou hodnota  $E$  klesá. Proto je potřeba udávat také hodnotu teploty, při které byla hodnota materiálové konstanty naměřena. Obvyklou jednotkou je N/mm<sup>2</sup> (MPa) nebo kN/cm<sup>2</sup>, Pa je příliš malou jednotkou.

## Rovnice

Youngův modul pružnosti je uváděn také v Hookově zákoně, a právě z něho se jeho rovnice dá odvodit.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

kde:

- $E$  - Youngův modul pružnosti,
- $\sigma$  - mechanické napětí v tahu,
- $\epsilon$  - poměrné prodloužení pod napětím, přičemž:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

kde:

- $\Delta l$  - prodloužení materiálu,
- $l_0$  - původní délka materiálu.

## Měření

Youngův modul pružnosti se v praxi zjišťuje experimentálně např. měřením prodloužení drátu při jeho napínání nebo z tahového diagramu.

## Využití

Využívá se při výpočtech. Například pro výpočet prodloužení konkrétního materiálu při konkrétním zatížení. Používá se rovnice:

$$\Delta l = \frac{l}{S \cdot E} \cdot F$$

kde:

- $\Delta l$  - prodloužení materiálu,
- $l$  - původní délka materiálu,
- $S$  - průřez materiálu,
- $E$  - Youngův modul pružnosti,
- $F$  - tíha břemene.

V biomedicíně jsou zásadní následující oblasti využití:

- **biomechanika** - Obor zabývající se mechanickými vlastnostmi tkání a jejich aplikací v poměrně širokém spektru. Zahrnuje analýzu namáhání prvků pohybového aparátu, která přináší cenné poznatky pro protetickou techniku. Zahrnuje ale i např. bioreologii (mechanické vlastnosti krve a moči), biomechanickou analýzu cytoskeletu nebo forenzní biomechaniku (podrobná analýza úrazových dějů). Modul pružnosti představuje základní charakteristiku elastických vlastností tkání.
- **elastografie** - Zobrazovací metoda vizualizující modul pružnosti (přesněji tuhosti) tkání. Vlastní elastografie může být realizovaná několika způsoby, např. cestou zpracování dvou snímků z ultrazvuku, magnetické rezonance nebo cestou sofistikovanějšího ultrazvuku. Trochu nadneseně se o elastografii občas hovoří jako o elektronické palpaci.

## Hodnoty

Hodnoty Youngova modulu pružnosti pro některé látky:

Látka	Youngův modul pružnosti (GPa)
Sklo	72
Guma (při malém napětí)	0,01-0,1
Titan	105-120
Karbid křemíku (SiC)	450
Diamant	1050-1200
Dubové dřevo	11
Bronz	103-124

## Odkazy

### Související články

### Použitá literatura

- MECHANIKA PRUŽNÉHO TĚLESA, Bohumil Vybíral (<http://fyzikalniolympiada.cz/texty/pruznost.pdf>)