

Vlastnosti		Dřevo	Ocel	Hliník a lehké slitiny	Plné pálené cihly	Beton obvyčejný	Pórobeton	PVC tvrdé	Polyester skelný laminát	Pěnový polystyren	Sklo
hustota	kg.m <sup>-3</sup>	1500	7850	2650-2800	2600-2700	2500-2700	2400-2500	1360-1400	1400-1900	1060	2200-3600
objemová hmotnost v suchém stavu	kg.m <sup>-3</sup>	400 - 700	7850	2650-2800	1600-2200	2000-2400	400-700	1360-1400	1400-1900	14 - 100	2200-3600
nasákavost hmotnostní	%	140 - 170	0	0	20-25	6,0-13	40 - 90	≤ 0,4	0,5 - 2,1	70 - 500	0
nasákavost objemová	%	55 - 70	0	0	35-55	13-30	35 - 40	≤ 0,55	0,8 - 4	≤ 7	0
pevnost v tlaku	MPa	47 - 55 <sup>1)</sup>	350 - 2000	70 - 700	6,0 - 25	6,0 - 60	2,0 - 3,0	70	100 - 250	0,12-0,5	700 - 1200
pevnost v tahu	MPa	80-135 <sup>1)</sup>	250 - 2000	70 - 700	1,2 - 4	1,0 - 5,0	0,2 - 2	50	150 - 400	0,15 - 0,22	30 - 90
modul pružnosti	MPa	11000 - 16000 <sup>1)</sup>	210000	65000-73000	8000 - 12000	15000 - 40000	800 - 2000	2500-3600	10000 - 30000	3,5-15	50 - 90
součinitel tepelné vodivosti	W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	0,075 <sup>2)</sup> - 0,25 <sup>1)</sup>	50 - 58	125 - 210	0,65 - 0,8	1,2 - 1,75	0,12 - 0,25	0.15	0,175- 0,30	0,035 - 0,045	0,6 - 0,9
měrná tepelná kapacita	KJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	2,1 - 2,7	0.46	0,92 - 1	0,9 - 1,1	0,85 - 1,2	0.85	1-1,1	1.05	1.35	0.85 - 1
součinitel délkové teplotní roztažnosti	K <sup>-1</sup>	3,0 - 5,0.10 <sup>-6</sup>	11-12.10 <sup>-6</sup>	20 - 24.10 <sup>-6</sup>	5.10 <sup>-6</sup>	9,0-12.10 <sup>-6</sup>	7,0 - 8.10 <sup>-6</sup>	80.10 <sup>-6</sup>	10,0 - 17.10 <sup>-6</sup>	50.10 <sup>-6</sup>	6 - 9.10 <sup>-6</sup>

<sup>1)</sup> rovnoběžně s vlákny <sup>2)</sup> kolmo na vlákna

### STANOVENÍ PEVNOSTI

**V TLAKU:**

VÁLCOVÁ:  $R_c = \frac{F_{max}}{A}$   $A = \frac{\pi d^2}{4}$

KRYCHELNÁ:  $A = a_1 \cdot a_2$

HRANOVÁ:  $A = a_1 \cdot a_2$

NA ZLOMČÍCH TRÁMCOŮ:  $A = a \cdot b$

**V TAHU:**

$R_t = \frac{F_{max}}{A}$

**V OHYBU:**

$R_f = \frac{3 F_{max} \cdot l}{2 b h^2}$

**V PŘÍČNÉM TAHU:**

$R_t = \frac{2 F_{max} \cdot l}{\pi \cdot d}$

$R_t = \frac{2 F_{max} \cdot l}{\pi \cdot a^2}$

$R_t = \frac{2 F_{max} \cdot l}{\pi \cdot b \cdot h}$

**VE SMYKU:**

JEDNOSTŘIŽNÉM:  $R_z = \frac{F_{max}}{A}$

DVOUSTŘIŽNÉM:  $R_z = \frac{F_{max}}{2A}$

**Průřezový modul [mm<sup>2</sup>]**

$W = \frac{1}{6} a^3$

$W = \frac{1}{6} b h^2$

$W = \frac{\pi}{32} d^3 = 0,1d^3$

$W = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$

**Tvar průřezu [mm]**

**Ohybový moment**

$M = \frac{1}{4} F \times L$

$M = F \times X$

**Schéma zatížení**

## Objemová hmotnost a hustota

Objemová hmotnost a hustota jsou definovány jako hmotnost objemové jednotky příslušné látky. V případě objemové hmotnosti se uvažuje objem celého kusu materiálu se všemi póry a dutinami (objem  $V$ ), u hustoty se počítá pouze s objemem vlastní látky beze všech dutin a pórů (objem  $V_h$ ).

<b>Objemová hmotnost:</b> $\rho_V = \frac{m}{V} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$ $m$ je hmotnost materiálu [kg], $V$ je objem materiálu včetně dutin a pórů [ $\text{m}^3$ ] $V = V_h + V_p$	<b>Hustota :</b> $\rho = \frac{m}{V_h} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$ $V_h$ je objem vlastního materiálu (pevné fáze) bez všech dutin, pórů a mezer [ $\text{m}^3$ ]	<b>Sypná hmotnost:</b> $\rho_s = \frac{m}{V_c} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$ $V_c$ je celkový objem zrnité soustavy, včetně objemu mezer mezi zrny ( $V_m$ ) [ $\text{m}^3$ ] $V_c = V_h + V_p + V_m$
---	---	--

### Hutnost

Hutnost popisuje, jak je celkový objem materiálu vyplněn vlastní pevnou fází, a lze ji tedy definovat pouze u pevných látek. Matematicky se vyjadřuje jako poměr objemu pevné fáze k objemu celkovému nebo poměrem objemové hmotnosti k hustotě:  $h = \frac{V_h}{V} = \frac{\rho_V}{\rho} \text{ [-]}$ .

### Pórovitost

Poměr objemu pórů v určitém množství materiálu k celkovému objemu tohoto materiálu se nazývá pórovitost  $p$  (celková pórovitost). Otevřené póry, tj. póry spojené s povrchem látky, tvoří část z celkové pórovitosti označovanou jako  $o$  pórovitost otevřená. Pokud se v objemu pórů uvažují pouze póry uzavřené, tj. nespojené s povrchem, dostává se pórovitost uzavřená. Pórovitost se stejně jako hutnost udává bezrozměrným číslem nebo v procentech a je vlastně doplňkem hutnosti do jedné, resp. do 100 %.  $p = 1 - h = 1 - \frac{\rho_V}{\rho} \text{ [-]}$ , ev. [%]

### Mezerovitost

Mezerovitost  $M$  je vlastnost zjišťovaná u sypkých materiálů a vyjadřuje poměr objemu mezer mezi zrny k celkovému objemu určitého množství sypké látky:  $M = \frac{V_m}{V} = \frac{V - V_h - V_p}{V} = 1 - \frac{V_h + V_p}{V} = 1 - \frac{\rho_s}{\rho_V} \text{ [-]}$ , kde  $\rho_V$  je objemová hmotnost zrn [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ],  $\rho_s$  sypná hmotnost [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ].

### Vlhkost

<b>Objemová vlhkost materiálu:</b> $w_V = \frac{V_w}{V} \cdot 100 = \frac{(m_w - m_d)}{\rho_w \cdot V} \cdot 100 \text{ [%]}$ $V_w$ je objem volné vlhkosti v materiálu [ $\text{m}^3$ ], $V$ je objem materiálu [ $\text{m}^3$ ], $\rho_w$ je hustota vody při teplotě zkoušky	<b>Hmotnostní vlhkost materiálu:</b> $w_m = \frac{(m_w - m_d)}{m_d} \cdot 100 \text{ [%]}$ $m_w$ je hmotnost materiálu ve vlhkém stavu [kg], $m_d$ je hmotnost materiálu v suchém stavu [kg].
---	---

### Nasákavost

Maximální množství vlhkosti, které v materiálu může být obsaženo. Nasákavost hmotnostní se udává (stejně jako hmotnostní vlhkost) poměrem hmotnosti nasáklé vlhkosti k hmotnosti suchého vzorku materiálu a nasákavost objemová poměrem objemu nasáklé vlhkosti k objemu vzorku materiálu.

Nasákavost se udává buď po jisté době ponoření vzorku do kapaliny (po 1 hod., 24 hod. apod.), nebo svou největší hodnotou, tj. teoreticky po nekonečné době, kdy všechny otevřené póry budou již vyplněny vodou. Objemová nasákavost se rovná otevřené pórovitosti (protože pouze otevřené póry mohou být zaplněny vodou).

### Pyknometrické stanovení hustoty:

Měrná hmotnost :  $\rho = \frac{m \cdot \rho_k}{m + m_4 - m_3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$ , kde  $m$  je hmotnost vzorku použitého ke zkoušce ( $m = m_2 - m_1$ ),  $m_1$  hmotnost prázdného suchého pyknometru včetně zátky,  $m_2$  hmotnost suchého pyknometru se vzorkem a zátkou,  $m_3$  hmotnost uzavřeného pyknometru se vzorkem a měřicí kapalinou,  $m_4$  hmotnost uzavřeného pyknometru s měřicí kapalinou,  $\rho_k$  hustota měřicí kapaliny při teplotě zkoušky.

**Stanovení objemové hmotnosti pomocí odměrného válce** (nasákový vzorek lehčí než voda):  $\rho_V = \frac{m}{B - A + \frac{(m_1 - m)}{\rho_w} - C} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$ ,

kde  $m$  je hmotnost suchého vzorku,  $m_1$  hmotnost nasáklého povrchově usušeného vzorku,  $A$  je objem kapaliny bez vzorku a závaží,  $B$  objem kapaliny se vzorkem a závažím,  $C$  je objem závaží,  $\rho_w$  hustota vody při teplotě zkoušky

**Stanovení objemové hmotnosti pomocí hydrostatických vah :**  $\rho_V = \rho_w \frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$ ,

kde  $M_1$  je hmotnost vzorku na vzduchu (v případě kameniva vodou nasyceného a povrchově osušeného vzorku, v případě betonu vysušeného vzorku),  $M_2$  hmotnost vzorku ponořeného ve vodě (vč. koše příp. třmene),  $M_3$  hmotnost prázdného koše či třmene ve vodě,  $M_4$  hmotnost vysušeného vzorku,  $\rho_w$  hustota vody při teplotě zkoušky

### Modul pružnosti

Statický modul pružnosti: z Hookova zákona  $\sigma = E \cdot \varepsilon \text{ [MPa]}$ , kde  $\sigma$  je působící napětí (v tahu, tlaku, ohybu) [MPa],  $E$  je modul pružnosti [MPa] a  $\varepsilon$  je poměrná pružná deformace (nejčastěji prodloužení) [-].

Poměrné prodloužení  $\varepsilon$  :  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ [-]}$ , kde  $\Delta l$  je pružná změna délky,  $l_0$  je původní délka zkoušeného vzorku.