

## Jednotky délky

???	m
1 ", palec, in	<u>0,025 4</u>
1 ft = 12"	<u>0,304 8</u>
1 yd = 3 ft	<u>0,914 4</u>
1 mi = 1760 yd	<u>1 609,344</u>
1 nautical mile	<u>1 852</u>
1 versta	1 066,8

## Jednotky plochy

???	m <sup>2</sup>
1 ha	<u>10 000</u>
1 ar	<u>100</u>
1 ft <sup>2</sup>	<u>0,092 930 4</u>
1 in <sup>2</sup>	<u>0,000 645 16</u>

## Jednotky objemu

???	m <sup>3</sup>
1 l = 1 dm <sup>3</sup>	<u>0,001</u>
1 gal (brit)	<u>0,004 546 09</u>
1 gal (U. S.)	0,003 785 43
1 bu (brit)	0,036 368 7
1 bu (U. S.)	0,035 239 07
1 barrel	0,158 987 3

1/8 bu (bushel) = 1 gal (gallon) = 4 qt (quarts) = 8 pt (pints) = 32 gi (gills)  
Kanada a GB: 1 gal = 160 fl. oz.  
USA: 1 gal = 128 fl. oz.

## Jednotky tlaku

???	Pa
1 atm (standard)	<u>101 325</u>
1 at (tech.) = 1 kp/cm <sup>2</sup> = 1 kgf/cm <sup>2</sup>	<u>98 066,5</u>
1 bar	<u>100 000</u>
1 mbar = 1 hPa	<u>100</u>
1 dyn/cm <sup>2</sup>	<u>0,1</u>
1 kp/mm <sup>2</sup>	<u>9 806 650</u>
1 mm H <sub>2</sub> O = 1 kp/m <sup>2</sup>	<u>9,806 65</u>
1 psi = lbf/in <sup>2</sup>	6 894,757
1 torr (ČSN) = 1 mm Hg	<u>101 325/760</u> ≈ 133,322 4

## Jednotky teploty

Celsiův stupeň (°C):

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$$

Fahrenheitův stupeň (deg F, °F):

$$t(^{\circ}C) = \frac{5}{9} \cdot (t(^{\circ}F) - 32)$$

Rankinův stupeň (°R):

$$T(K) = \frac{5}{9} \cdot T(^{\circ}R)$$

Reamurův stupeň (°R):

$$t(^{\circ}C) = \frac{5}{4} \cdot t(^{\circ}R)$$

## Jednotky práce

???	J
1 kpm	<u>9,806 65</u>
1 kWh	<u>3 600 000</u>
1 cal <sub>IT</sub>	<u>4,1868</u>
1 cal <sub>th</sub>	<u>4,184</u>
1 latm	101,325
1 Btu <sub>IT</sub>	1 055,056
1 Btu <sub>th</sub>	1 054,350
1 Btu (mean)	1 055,87
1 ft lbf	1,355 82
1 therm (EC)	<u>105 506 000</u>
1 therm (U. S.)	<u>105 480 400</u>
1 foot poundal	<u>0,042 1401 1</u>
1 erg	10 <sup>-7</sup>
1 eV	1,602 177 · 10 <sup>-19</sup>
1 Ry	2,179 71 · 10 <sup>-18</sup>
Hummel 1946	
1 kgm	9,801 3
1 ksh	2 646 400
1 HPh	2 683 000
1 Kal	4 184,20

$$1 \text{ MWh} = 3,6 \text{ GJ}$$

## Jednotky výkonu

???	W
1 kcal/h	1,163
1 kpm/s	<u>9,80665</u>
1 ks, hp metric	<u>75·9,806 65</u> ≈ 735,4988
1 HP, hp (U. K.)	745,7
1 HPelectr.	<u>746</u>
1 HP (boiler)	9 809,50

## Jednotky hmotnosti

???	kg
1 lb (pound avoirdupois)	0,453 592 4
1 oz (ounce avoirdupois)	0,028 349 52
1 gr (grain)	<u>6,479 891 · 10<sup>-6</sup></u>
1 pud	16,38
1 slug	14,593 90

1 lb (libra / pound) = 16 oz (unce / ounce)  
= 7000 gr (gran / grain) = 0,453 592 37 kg

## Jednotky času

1 hod = 3 600 s

1 den = 1 440 min = 86 400 s

1 rok = 8 760 hod = 31 536 000 s

## Jednotky síly

???	N
1 kp = 1 kgf	<u>9,806 65</u>
1 lbf (pound force)	4,448 222
1 kip = 1 000 lbf	4 448,222
1 pdl (poundal) = 1 ft·lb/s <sup>2</sup>	0,138 255 0

## Jednotky dynamické viskozity

???	Pa·s
1 kg·m/s	<u>1</u>
1 mPa·s	<u>0,001</u>
1 P (poise)	<u>0,1</u>
1 cP	<u>0,001</u>
1 mP	<u>0,0001</u>
kp·s/m <sup>2</sup>	<u>9,806 65</u>
slug/(ft·s)	47,880 26

## Jednotky kinematické viskozity

???	m <sup>2</sup> /s
1 St (stok)	<u>0,0001</u>
1 cSt = mm <sup>2</sup> /s	<u>10<sup>-6</sup></u>
1 maSt (myria-)	<u>1</u>
1 ft <sup>2</sup> /s	<u>92,903 04 · 10<sup>-3</sup></u>
1 ft <sup>2</sup> /h	<u>25,8064 · 10<sup>-6</sup></u>

## Jednotky rychlosti

???	m/s
1 ft/s (foot per second)	<u>0,304 8</u>
1 mi/h (mile per hour)	<u>0,447 04</u>
1 km/h	<u>1/3,6</u>
1 knot	<u>1 852/3 600</u>

$$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

## Předpony jednotek

Název	Znak	násobitel
pico	p	10 <sup>-12</sup>
nano	m	10 <sup>-9</sup>
mikro	μ	10 <sup>-6</sup>
mili	m	0,001
centi	c	0,01
deci	d	0,1
hekto	h	100
kilo	k	1 000
mega	M	10 <sup>6</sup>
giga	G	10 <sup>9</sup>
tera	T	10 <sup>12</sup>

## Bernoulliho rovnice

pro nestlačitelné tekutiny  $\rho = \text{konst.}$

$$\frac{\bar{p}_1}{\rho g} + \frac{\bar{c}_1^2}{2g} + h_1 = \frac{\bar{p}_2}{\rho g} + \frac{\bar{c}_2^2}{2g} + h_2$$

## Reynoldsovo číslo

$$Re = \frac{a \rho \bar{c}}{\eta} = \frac{a \bar{c}}{\nu}$$

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad \text{kinematická viskozita}$$

$\eta$  - dynamická viskozita

## Laminární proudění

$$Re \leq Re_{\text{krit.dol.}} = 2300 \dots 2320$$

$$\lambda_{\text{lam}} = \frac{64}{Re}$$

## Turbulentní proudění

Colebrook-Whiteova rovnice

$$Re \geq Re_{\text{krit.hor.}} = 5000 \dots 6000$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\epsilon}{3,7 \cdot D} \right)$$

Goudar-Sonnadovo řešení

$$a = 2 / \ln(10)$$

$$b = \frac{1}{3,7} \cdot \frac{\epsilon}{D}$$

$$d = \frac{Re}{2,51 a}; \quad f = \ln(d)$$

$$s = b d + f$$

$$\dot{q} = \frac{s}{s+1} \ln(s)$$

$$g = s - \dot{q}$$

$$z = \dot{q} - \ln(g)$$

$$\delta_{LA} = \frac{g}{g+1} z$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = a(f - \dot{q} + \delta)$$

$$\delta_{CFA} = \delta_{LA} \left( 1 + \frac{z/2}{(g+1)^2 + \frac{z(2g-1)}{3}} \right)$$

## Tlaková ztáta

$$\Delta \bar{p}_{zt} = \lambda \frac{l}{D} \frac{\rho}{2} \bar{c}^2 \quad \text{potrubí}$$

$$\Delta \bar{p}_{zt} = \xi \frac{1}{2g} \bar{c}^2 \quad \text{místní odpor}$$

## Vzorce s $K_v$

$K_v$  - objemový tok vody v  $\text{m}^3/\text{h}$  při tlakové ztrátě 1 bar = 100 kPa

$$K_v = Q \cdot \sqrt{\frac{\rho}{10 \cdot \Delta \bar{p}}}$$

$$\Delta \bar{p} = 0,1 \cdot \rho \cdot \left( \frac{Q}{K_v} \right)^2$$

$$Q = K_v \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot \Delta \bar{p}}{\rho}}$$

$$\left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}}; \frac{\text{m}^3}{\text{h}}, \text{kPa}, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$K_v$  sériové a paralelní:

$$K_{v \text{ ser}} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_{vi}^2}}}$$

$$K_{v \text{ ser}} = \frac{K_{v1} \cdot K_{v2}}{\sqrt{K_{v1}^2 + K_{v2}^2}}$$

$$K_{v \text{ par}} = \sum_{i=1}^n K_{vi}$$

## Výkon otopných těles

$$\Delta t = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\ln \frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i}}$$

$$Q = Q_n \left( \frac{\Delta t}{\Delta t_n} \right)^{n+1}$$

$n = 0,33$  článková a desková tělesa

$n = 0,25$  trubková tělesa

$\Delta t_n = 60^\circ\text{C}$  teplá voda 90/70/20 °C

$\Delta t_n = 80^\circ\text{C}$  nízkotlaká pára

## Měrná energie čerpadla

$$Y = h \cdot g \left[ \frac{J}{\text{kg}}; m, \frac{m}{s^2} \right]$$

$$p = \rho \cdot g \cdot h = \rho \cdot Y$$

$$\left[ \text{Pa}; \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \frac{m}{s^2}, m; \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \frac{J}{\text{kg}} \right]$$

## Fyzikální konstanty

$$N_A = 6,0221415(10) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$R = 8,314472(15) \text{ J/mol/K}$$

## Voda při 20°C

$$p = 101,325 \text{ kPa}$$

$$c_p = 4181,8 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$r = 998,2063 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$l_v = 2453,4 \text{ kJ/kg}$$
 (měrné skupenské teplo varu)

$$h = 1,0019 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$
 (dyn. visk.)

$$n = 1,0037 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$
 (kin. visk.)

$$k = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$$
 (stlačitelnost)

$$b = 2,07 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$
 (roztažnost)

$$l = 0,598 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$
 (vodivost)

$$c = 1483 \text{ m/s}$$
 (rychlost zvuku)

$$p = 2,337 \text{ kPa}$$

## Voda při 80°C

$$p = 101,325 \text{ kPa}$$

$$c_p = 4196,4 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$r = 971,79 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$h = 0,3554 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$n = 0,3657 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$b = 6,43 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$
 (roztažnost)

$$l = 0,669 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$
 (vodivost)

$$p = 47,36 \text{ kPa}$$

$$r_1 = 971,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$
 (voda)

$$r_2 = 0,2933 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$
 (pára)

$$l_v = 2307,8 \text{ kJ/kg}$$

## Voda při 100°C

$$p = 101,325 \text{ kPa}$$

$$c_p = 4216,0 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$r_1 = 958,35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$r_2 = 0,5977 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$l_v = 2255,5 \text{ kJ/kg}$$

$$h = 0,2829 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$n = 0,2952 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$b = 7,52 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$
 (roztažnost)

$$l = 0,682 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$
 (vodivost)

## Voda při $t_{\text{krit}}$

$$p = 22\,129 \text{ kPa}$$

$$t = 374,15^\circ\text{C}$$

$$r = 328 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$