

# Veličiny a jednotky

## (podklady ke studiu IVZ1)

Jan Hollan a Tomáš Milář, 2014

Fyzikální veličiny slouží k popisu reálného světa, především k popisu a porovnávání různých vlastností hmoty. Každá fyzikální veličina má svou značku, číselnou hodnotu a jednotku. Fyzikální veličiny se nepoužívají jen ve fyzice, ale ve všech přírodovědných a technických vědách, potřebujeme je však i v každodenním životě.

Vznik a rozvoj měst a obchodu (na území [od Nilu po Indus už před pěti šesti tisíci lety](#)) vedl všude na světě ke vzniku různých způsobů vyjadřování, kolik či jak mnoho čeho je. Různé kultury tak vytvořily nesmírné množství jednotek zejména pro veličiny délka, objem, hmotnost. Číselné hodnoty pro tyto veličiny (číselná hodnota je hodnota veličiny dělená zvolenou jednotkou dané veličiny) se pak vyjadřovaly např. v babylónské šedesátkové soustavě, jejímž pozůstatkem je naše komplikované vyjadřování času a úhlů, či ještě i u nás do hloubky 20. století běžného vyjadřování pomocí tuctů (ale i kop, což je  $60 = 5 \cdot 12$ , veletucet je pak  $144 = 12 \cdot 12$ ). Dosud je běžné pochopitelné počítání založené na půlení (tj.  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ), užívané tam, kde se měří v palcích či coulech, a také u objemu nápojů, jako u vína v Rakousku.

Nad nepraktickými římskými číslicemi dávno zvítězila desítková soustava a užívání nuly. Tím se stalo snadné vyjadřovat i hodnoty lišící se o mnoho řádů, stačilo užívat a zapisovat mocniny deseti. Jde pak o vyjadřování semilogaritmické – uijeme jen celočíselnou část dekadického logaritmu, čili onen exponent desítky, čímž vyjádříme řád, a „drobné“ v rámci jednoho řádu vyjádříme explicitně. Takové hodnoty se pak pohodlně sčítají: je snadné z paměti sečíst např. údaje  $3,45 \cdot 10^6$  a  $6 \cdot 10^4$  s výsledkem  $3,51 \cdot 10^6$ .

S jednotkami to tak univerzální bohužel není. Na vině je anglicky mluvící svět, který dosud v různé míře užívá jednotky z dob před Francouzskou revolucí. Jedním z důvodů může být, že jsou jedno-slabičné, bez řádových předpon – jako palec, stopa či yard, míle místo našeho centimetru, metru, kilometru. Inch, foot a yard jsou pro užití v běžném životě pohodlné, jelikož „etalonem“ pro ně jsou naše těla. Ale pro přesná měření, či zcela mimo lidské rozměry (jako udávání výšek letadel v tisících stop) taková výhoda mizí. Česká lidová mluva si pomáhá tak, že centimetr i kilometr vyjadřuje běžně jen dvojslabičně, podobně jako kilogram či dekagram, jen označením oné řádové předpony (o jednotku čeho jde, plyne z kontextu). Za jednoduché názvy se platí nedekadickým přepočtem, čili obtížnou konverzí mezi různými jednotkami. A někdy i tím, že se stejné jméno užívá pro jednotky ve skutečnosti různě velké, či i pro úplně různé věci. Například anglické „ton“ se může týkat nejen dvou hodnot kolem jedné tuny, ale [může jít i o jednotku objemu](#)... A název míle má i oprávněný význam, který přetrvává tak dlouho, jako šedesátinná úhlová míra, jde totiž o délku jedné obloukové minuty na zemském poledníku, což je jednotka velmi praktická v lodní dopravě. Anglicky mluvící ji ovšem musí označovat „nautical mile“. Z ní odvozená jednotka rychlosti, míle za hodinu, se nazývá uzel.

Zmatek v jednotkách panuje zejména v obchodní praxi pod vlivem anglicky mluvících zemí. Je vhodné, a mělo by být povinné, používat koherentní systém publikovaný r. 1960 a dále udržovaný, totiž SI a dokumenty s ním související, viz <http://en.wikipedia.org/wiki/SI>. Učitelé všech stupňů škol by měli mít ve vyjadřování fyzikálních veličin jasno, aby u svých žáků neživili zmatek a nepodporovali jejich miskoncepce.

## Přehled fyzikálních veličin, které se učí v 6. až 9. ročníku ZŠ

NÁZEV	ZNAČKA	JEDNOTKA
délka	$l, s, d$	m
plocha	$S$	m <sup>2</sup>
objem	$V$	m <sup>3</sup> , l
hmotnost	$m$	kg
hustota	$\rho$	kg · m <sup>-3</sup>
teplota	$t, T$	°C, K
čas	$t$	s
rychlost	$v$	m · s <sup>-1</sup> , km · h <sup>-1</sup>
síla	$F, F_g, F_b, F_{vz}$	N
moment síly	$M$	N · m
tlak	$p$	Pa
práce	$W$	J
výkon	$P$	W
příkon	$P_0$	W
účinnost	$\eta$	%
polohová (potenciální) energie	$E_p$	J
pohybová (kinetická) energie	$E_k$	J
vnitřní energie	$U$	J
teplo	$Q$	J
měrná tepelná kapacita	$c$	J · kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup>
měrné skupenské teplo tání (tuhnutí)	$l_t$	J · kg <sup>-1</sup>
měrné skupenské teplo varu	$l_v$	J · kg <sup>-1</sup>
elektrický proud	$I$	A
elektrické napětí	$U$	V
elektrický odpor	$R$	Ω
frekvence	$f$	Hz

V tištěných a elektronických textech značky veličin vždy píšeme kurzívou (skloněné písmo), kdežto jednotky antikvou (vzpřímené písmo). Usnadňuje to orientaci v textu. Můžeme tak např. předejít záměně značky práce ( $W$ ) s jednotkou výkonu ( $W$ ). Vždy je třeba důsledně rozlišovat velikost písmen! V opačném případě by mohlo dojít např. k záměně tlaku ( $p$ ) a výkonu ( $P$ ).

Veličin je velké množství, takže pro jejich jedinečné označení nestačí znaky naší abecedy (latinka). Proto se hojně využívají i znaky abecedy řecké, ale ani to nestačí. Není-li význam veličiny jednoznačně zřejmý z kontextu, není problém upřesňující informaci připojit ke značce veličiny jako dolní index. **Je nepřijatelné připojovat jakékoliv znaky k jednotkám.** Kilogramy jsou vždy stejné kilogramy, ať už vážíme jablka nebo hrušky. Pokud zvažíme 1,5 kg jablek a 2,2 kg hrušek, zapíšeme:  $m_j = 1,5 \text{ kg}$  a  $m_h = 2,2 \text{ kg}$ .

Příklady:

$U_{max} = 1000 \text{ V}$ <i>ale ne</i> $U = 1000 \text{ V}_{max}$
V roce 2013 dosáhly světové emise oxidu uhličitého z fosilních paliv hodnoty 33 Gt. <i>ale ne</i> V roce 2013 dosáhly světové emise oxidu uhličitého z fosilních paliv hodnoty 33 GtCO <sub>2</sub> .
Nová solární elektrárna má instalovaný (resp. špičkový) výkon 30 kW. <i>ale ne</i> Nová solární elektrárna má instalovaný (resp. špičkový) výkon 30 kWp.

### Předpony soustavy SI

Pohybujeme-li se v rámci jen několika řádů, bývá výhodné neužívat číselné semilogaritmické vyjadřování ( $10^n$ ), ale místo základních jednotek užívat dle potřeby řádové předpony. Ke zlidovělým deci, deka, centi, hekto (s jednotkami ar a litr), mili, kilo, se druzí ty po třech řádech: mikro, mega, nano, giga, které zná kdekdo, a dále pico, tera a další pro ještě větší řády (běžné jsou peta a exa). Je snadné si na ně zvyknout, pokud se člověk setkává s oborem, kde jsou praktické.

Předpona	Značka	Název	Násobek	Původ	Příklad
yotta	Y	kvadrilion	$10^{24}$	řec. ὀκτώ – „osm“	
zetta	Z	triliarda	$10^{21}$	fr. sept – „sedm“	
exa	E	trilion	$10^{18}$	řec. ἕξ – „šest“	EB - exabajt
peta	P	bilarda	$10^{15}$	řec. πέντε – „pět“	PJ – petajoule
tera	T	bilion	$10^{12}$	řec. τέρας – „netvor“	TW – terawatt
giga	G	miliarda	$10^9$	řec. γίγας – „obrovský“	GHz – gigahertz
mega	M	milion	$10^6$	řec. μέγας – „velký“	MeV – megaelektronvolt
kilo	k	tisíc	$10^3$	řec. χίλιοι – „tisíc“	km – kilometr
hekto	h	sto	$10^2$	řec. ἑκατόν – „sto“	hPa – hektopascal
deka	da	deset	$10^1$	řec. δέκα – „deset“	dag – dekagram
-	-	jedna	$10^0$		m – metr
deci	d	desetina	$10^{-1}$	lat. decimus – „desátý“	dB – decibel
centi	c	setina	$10^{-2}$	lat. centum – „sto“	cm – centimetr
mili	m	tisícina	$10^{-3}$	lat. mille – „tisíc“	mm – milimetr
mikro	μ	miliontina	$10^{-6}$	řec. μικρός – „malý“	μA – mikroampér
nano	n	miliardtina	$10^{-9}$	řec. νανός – „trpaslík“	nT – nanotesla
piko	p	biliontina	$10^{-12}$	it. piccolo – „malý“	pF – pikofarad
femto	f	bilardtina	$10^{-15}$	dán. femten – „patnáct“	fm – femtometr
atto	a	triliontina	$10^{-18}$	dán. atten – „osmnáct“	as – attosekunda
zepto	z	triliardtina	$10^{-21}$	fr. sept – „sedm“	
yokto	y	kvadriliontina	$10^{-24}$	řec. ὀκτώ – „osm“	

**Pozor!** Častou překladatelskou chybou v médiích je, že anglické slovo „billion“ je přeloženo jako bilion, ačkoliv správný význam je miliarda (případně „trillion“ bývá překládán jako trilion, ačkoliv jde o bilion). Negramotností překladatele tak může vzniknout chyba v rozsahu tří řádů! Buďte proto obezřetní a vždy se zamyslete, zda je uvedené číslo reálné, ať už jde o hodnotu státního dluhu nebo stáří vesmíru. V mnoha případech může být rozumné se číslovkám miliarda, bilion atd. zcela vyhnout tak, že je nahradíme příslušnými předponami, jejichž význam je jednoznačný.