

# Teorie

## Elektroenergetika 3

Petr Jílek

2024

### Obsah

<b>1</b>	<b>Značení</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Konstanty</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Energie</b>	<b>5</b>
3.1	Potenciální energie . . . . .	5
3.2	Kinetická energie . . . . .	5
3.3	Měrná tepelná kapacita . . . . .	5
3.4	Výkon . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Sdílení tepla</b>	<b>6</b>
4.1	Fourierova-Kirchhoffova rovnice . . . . .	6
4.2	Fourieruv zákon . . . . .	6

## 1 Značení

- $t$  - čas (s – sekunda)
- $l$  - délka (m – metr)
- $h$  - výška (m – metr)
- $r$  - poloměr (m – metr)
- $d$  - tloušťka / průměr (m – metr)
- $S$  - plocha ( $\text{m}^2$  – metr čtvereční)
- $V$  - objem ( $\text{m}^3$  – metr krychlový)
- $m$  - hmotnost (kg – kilogram)
- $\rho$  - hustota ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  – kilogram na metr krychlový)
- $v$  - rychlost ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  – metr za sekundu)
- $a$  - zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$  – metr za sekundu na druhou)
- $\dot{V}$  - objemový průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  – metr krychlový za sekundu)
- $E_p$  - potenciální energie (J – joule)
- $E_k$  - kinetická energie (J – joule)
- $P$  - výkon (W – watt)
- $T$  - teplota (K – kelvin / °C – stupeň celsia)
- $\Delta T$  - rozdíl teplot (K – kelvin)
- $\dot{q}$  - měrný tepelný tok ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$  – watt na metr čtvereční)
- $\dot{Q}$  - tepelný tok (W – watt)
- $q$  - měrná tepelná energie ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$  – joule na metr čtvereční)
- $Q$  - tepelná energie (J – joule)
- $Q_v$  - objemový zdroj tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$  – watt na metr krychlový)
- $c$  - měrná tepelná kapacita ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  – joule na kilogram na kelvin)
- $\lambda$  - tepelná vodivost ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  – watt na metr na kelvin)
- $R_\vartheta$  - (měrný) tepelný odpor ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  – metr čtvereční kelvin na watt)
- $R_{\vartheta A}$  - (absolutní) tepelný odpor ( $\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  – kelvin na watt)

- $\alpha_{\vartheta}$  - součinitel přestupu tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  – watt na metr čtvereční na kelvin)
- $U_{\vartheta}$  - součinitel prostupu tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  – watt na metr čtvereční na kelvin)
- $U_{\vartheta A}$  - prostup tepla ( $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$  – watt na kelvin)
- $\rho_e$  - měrný elektrický odpor ( $\Omega \cdot \text{m}^{-1}$  – ohm na metr)
- $\sigma_e$  - měrná elektrická vodivost ( $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$  – siemens na metr)
- $J_e$  - elektrická proudová hustota ( $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$  – ampér na metr čtvereční)
- $E_e$  - intenzita elektrického pole ( $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$  – volt na metr)
- $U_e$  - elektrické napětí (V – volt)
- $I_e$  - elektrický proud (A – ampér)
- $R_e$  - elektrický odpor ( $\Omega$  – ohm)

## 2 Konstanty

- gravitační zrychlení:  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  – metr za sekundu na druhou
- Stefanova-Boltzmannova konstanta:  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  – watt na metr čtvereční na kelvin na čtvrtou

Mateiál	$\rho \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$	$c \text{ (J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$
Voda (H2O)	1 000	4 186
Ocel	7 750	450
Zlato	19 320	129

Tabulka 1: Hustota a měrná tepelná kapacita materiálů.

## 3 Energie

### 3.1 Potenciální energie

Potenciální energie je energie, kterou má těleso v důsledku své polohy v gravitačním poli. Vztah pro výpočet potenciální energie je:

$$E_p = m \cdot g \cdot h, \quad (\text{J}) \quad (1)$$

kde:

$E_p$  – potenciální energie (J),

$m$  – hmotnost (kg),

$g$  – gravitační zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ),

$h$  – výška (m).

### 3.2 Kinetická energie

Kinetická energie je energie, kterou má těleso v důsledku své rychlosti. Vztah pro výpočet kinetické energie je:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2, \quad (\text{J}) \quad (2)$$

kde:

$E_k$  – kinetická energie (J),

$m$  – hmotnost (kg),

$v$  – rychlost ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

### 3.3 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita je definována jako množství tepla, které je potřeba k ohřátí jednoho kilogramu látky o jeden stupeň Kelvina:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \quad (\text{J}) \quad (3)$$

kde:

$Q$  – tepelná energie (J),

$m$  – hmotnost (kg),

$c$  – měrná tepelná kapacita ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

$\Delta T$  – rozdíl teplot (K).

### 3.4 Výkon

Výkon je definován jako množství práce vykonané za jednotku času:

$$P = \frac{dW}{dt}, \quad (\text{W}) \quad (4)$$

kde:

$P$  – výkon (W),

$dW$  – infinitesimální práce (J),

$dt$  – infinitesimální čas (s).

## 4 Sdílení tepla

### 4.1 Fourierova-Kirchhoffova rovnice

Fourierova-Kirchhoffova rovnice je základní rovnicí pro popis toku tepla:

$$\rho \cdot c \cdot \left( \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} T \right) = \nabla \cdot (\lambda \cdot \vec{\nabla} T) + Q_v, \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-3}) \quad (5)$$

kde:

$\rho$  – hustota ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ),

$c$  – měrná tepelná kapacita ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

$T$  – teplota (K),

$t$  – čas (s),

$\vec{v}$  – rychlost ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ),

$\vec{\nabla} T$  – gradient teploty ( $\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$ ),

$\nabla \cdot$  – divergence ( $\text{m}^{-1}$ ),

$\lambda$  – tepelná vodivost ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

$Q_v$  – objemový zdroj tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

### 4.2 Fourierův zákon

Fourierův zákon je základní rovnicí pro popis toku tepla:

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \vec{\nabla} T, \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2}) \quad (6)$$

kde:

$\vec{q}$  – měrný tepelný tok ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ),

$\lambda$  – tepelná vodivost ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

$\vec{\nabla} T$  – gradient teploty ( $\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$ ).