

# **Elektrická práce, elektrický výkon, účinnost**

Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a jakékoliv další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na [www.jarjurek.cz](http://www.jarjurek.cz).

## 1. Elektrická práce, elektrický výkon, účinnost

### Elektrická práce

Při přenesení náboje  $Q$  ve vnější části jednoduchého elektrického obvodu mezi svorkami zdroje o svorkovém napětí  $U$  vykonají síly elektrického pole práci

$$W = U \cdot Q$$

Platí  $Q = I \cdot t$ , tedy po dosazení do prvního vzorce

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Použijeme-li hodnotu odporu vnější části obvodu, pak

$$U = R \cdot I$$

A po dosazení

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

nebo také

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Jednotkou elektrické práce je joule [J].

Změny vnitřní energie vodičů způsobené průchodem proudu vedou ke zvýšení jejich teploty a k tepelné výměně mezi vodiči a okolím. Takto přenesená energie  $Q_J$  se nazývá Joulovo teplo. Nedochází-li současně k jiným přeměnám elektrické energie, například na energii mechanickou nebo chemickou, je Joulovo teplo rovno elektrické práci:

$$Q_J = W$$

### Elektrický výkon

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

**Výkon elektrického proudu ve spotřebiči o odporu  $R$  tedy vypočteme právě podle výše uvedených vztahů.**

Jednotkou elektrického výkonu je watt [W].

Uvnitř zdroje vykonají neelektrostatické síly práci

$$W_z = U_e \cdot Q$$

Takto získaná elektrická energie se zčásti spotřebuje ve vnitřním odporu zdroje.

Pozn.: V technické praxi se pro vyjádření příkonu užívá někdy označení jednotky voltampér [VA].

### Elektrická energie

Protože vykonaná práce je rovna součinu výkonu a času, je možno elektrickou energii vypočítat podle vztahu

$$E = U \cdot I \cdot t$$

Elektrickou energii udáváme v joulech, případně ve wattsekundách.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$$

V praxi většinou využíváme větší jednotky kilowatthodiny. Platí:

1 kWh = 3 600 000 J

Někdy použijeme ve výpočtech také upravené vzorce pro energii

$$E = R \cdot I^2 \cdot t \quad \text{nebo} \quad E = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Přístroj na měření elektrické energie se nazývá **elektroměr**. Je umístěn v každé domácnosti.

## Účinnost elektrického spotřebiče

$$\eta = \frac{W}{W_z} = \frac{U \cdot Q}{U_e \cdot Q} = \frac{U}{U_e}$$

Pomocí Ohmova zákona pro uzavřený obvod pak platí:

$$\eta = \frac{R \cdot I}{(R + R_i) \cdot I} = \frac{R}{R + R_i}$$

**Účinností rozumíme poměr výkonu  $P_2$  získávaného z nějakého zařízení a výkonu  $P_1$  (příkonu) přiváděného těmtož zařízení.**

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Účinnost je bezrozměrná veličina, pro niž platí, že vždy je větší nebo rovna nule a menší nebo rovna jedné. Zpravidla se udává v procentech.

U skutečných zařízení dochází vždy ke ztrátám, takže účinnost každého zařízení je menší než 1 (menší než 100 %).

Účinnost je tím větší, čím větší je odpor spotřebiče v porovnání s vnitřním odporem zdroje.

Protože výkon je určen podílem práce a času, je možno účinnost určit i změřením dodané a vykonané práce nebo energie za určitou dobu.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{W_2}{t}}{\frac{W_1}{t}} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{E_2}{E_1}$$



## 2. Elektrická práce, výkon, účinnost - ukázkové příklady

1. **Odpor žárovky při příkonu 40 W je 10 Ω. Jaký proud jí prochází?** 655

!!!

...  
 $P = 40 \text{ W}$   
 $R = 10 \text{ } \Omega$   
 $I = ? \text{ [A]}$

---


$$P = R \cdot I^2$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{40}{10}}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

OK Žárovkou prochází proud 2 A.

2. **Vypočítejte odpor topné spirály elektrického vařiče, na kterém je údaj 220V/1200W.** 656

!!!

...  
 $U = 220 \text{ V}$   
 $P = 1\,200 \text{ W}$   
 $R = ? \text{ [}\Omega\text{]}$

---


$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{1200}$$

$$R = 40 \text{ } \Omega \text{ (po zaokrouhlení)}$$

OK Odpor topné spirály je asi 40Ω.

3. **Reostat o odporu 5 kΩ je určen pro maximální příkon 0,5 W. Na jaké největší napětí se může připojit, nemá-li být poškozen?** 654

!!!

...  
 $R = 5 \text{ k}\Omega = 5\,000 \text{ } \Omega$   
 $P = 0,5 \text{ W}$   
 $U = ? \text{ [V]}$

---


$$P = \frac{U^2}{R} \quad \text{odtud}$$

$$U = \sqrt{P \cdot R}$$

$$U = \sqrt{0,5 \cdot 5000}$$

$$U = 50 \text{ V}$$

OK Reostat může být připojen nejvýše na napětí 50 V.

4. **Odpor topné spirály vařiče je 100 Ω. Prochází-li spirálou proud 2,0 A, uvede se voda o objemu 1 litr z teploty 15°C do varu za 20 minut. Jaká je účinnost vařiče? Hustota vody je 1000 kg/m<sup>3</sup>, měrná tepelná kapacita vody je 4,2 kJ/kg.°C.**

!!!

...

$$R = 100 \Omega$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$V = 1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$t_1 = 15^\circ \text{ C}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{ C}$$

$$t = 20 \text{ min} = 1200 \text{ s}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$c = 4,2 \text{ kJ/kg.}^\circ\text{C} = 4200 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$$

$$\eta = ?$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{Q_2}{U.I.t} = \frac{m.c.(t_2 - t_1)}{R.I^2.t} = \frac{\rho.V.c.(t_2 - t_1)}{R.I^2.t}$$

$$\eta = \frac{1000 \cdot 0,001 \cdot 4200 \cdot (100 - 15)}{100 \cdot 2^2 \cdot 1200}$$

$$\eta = 0,74375 = 74 \% \text{ (po zaokrouhlení)}$$

OK Účinnost vařiče je asi 74 %.



### 3. Elektrická práce, výkon, účinnost - procvičovací příklady

1. **Ponorný vařič s příkonem 750 W předává teplo kapalině takřka beze ztrát. Za jakou dobu se jím ohřeje 2,5 kg vody z teploty 12,5°C na teplotu varu? Měrná tepelná kapacita vody je 4,2 kJ/kg.°C.**

OK Voda se ohřeje za 20 min.

2. **Jaký proud prochází elektrickou pecí s příkonem 5 kW při napětí 220 V?**

OK Pecí prochází proud asi 22,7 A.

3. **Vysavač prachu má příkon elektromotoru 750 W a účinnost 70 %. Jak velký je jeho výkon?**

OK Výkon vysavače je 525 W.

4. **Příkon elektromotoru je 30 kW, účinnost motoru je 80%. Jakou práci vykoná motor za 5 minut?**

OK Elektromotor vykoná práci 7,2 MJ.

5. **Určete příkon 12 V automobilové žárovky, kterou prochází proud 3 A.**

OK Příkon žárovky je 36 W.

6. **Topnou spirálou ponorného vařiče, jejíž odpor je 100 Ω, prochází po dobu 5 minut proud 2 A. O kolik stupňů Celsia se dodaným teplem ohřeje voda o hmotnosti 1 kg? Měrná tepelná kapacita vody je 4,2 kJ/kg.°C.**

OK Voda se ohřeje o 29° C.

7. **Určete hmotnost vody ohřáté na vařiči o příkonu 500 W z teploty 20°C na teplotu varu za 1/4 hodiny. Měrná tepelná kapacita vody je 4,2 kJ/kg.°C.**

OK Hmotnost ohřáté vody je 1,34 kg.

8. **Elektrická chladnička Calex je připojena k napětí 220 V a má příkon 120 W. Jaký proud prochází elektromotorem chladničky, je-li chladnička v chodu?**

OK Elektromotorem prochází proud 0,55 A.

9. **Jaký je odpor vlákna žárovky, na které je údaj 60W/220V, a prochází-li jí proud 0,2 A?**

OK Odpor žárovky je 807 Ω.

10. **Elektrický kalorimetr má příkon 1000 W. O kolik stupňů Celsia vzroste teplota vody v kalorimetru za 1 minutu, je-li v něm 0,5 litru vody o teplotě 18°C? Hustota vody je 1000 kg/m<sup>3</sup>, měrná tepelná kapacita vody je 4,2 kJ/kg.°C.**<sup>651</sup>  
OK Teplota vody vzroste o 28,6° C.
11. **Topnou spirálou elektrického krbu o odporu 10 Ω prochází proud 20 A po dobu 2,5 hodiny. Určete spotřebovanou elektrickou energii.**<sup>646</sup>  
OK Spotřebovaná elektrická energie je 10 kWh.
12. **Určete odpor žárovky, jejíž příkon při napětí zdroje 220 V je 15 W.**<sup>639</sup>  
OK Odpor žárovky je 3,2 kΩ.
13. **Vaříč připojený ke zdroji napětí 220 V odebírá proud 5 A. Určete spotřebovanou elektrickou energii, je-li vaříč v provozu 3 hodiny.**<sup>645</sup>  
OK Spotřebovaná elektrická energie je 3,3 kWh.
14. **Elektromotor má výkon 6 kW a účinnost 85 %. Jaký je jeho příkon?**<sup>642</sup>  
OK Příkon elektromotoru je asi 7,06 kW.
15. **Elektrickým vaříčem při napětí 220 V prochází proud 2 A. Jaký příkon bude mít, připojíme-li ho k napětí 110 V ?**<sup>636</sup>  
OK Vaříč bude mít příkon 110 W.
16. **Účinnost elektromotoru je 90 %. Jeho užitečný výkon je 675 W. Určete, jaký proud prochází vinutím elektromotoru, je-li připojen ke zdroji napětí 380 V.**<sup>635</sup>  
OK Vinutím prochází proud 2 A.
17. **Na ponorném vaříči je údaj 220V/600W. Jaký je jeho příkon, připojíme-li jej ke zdroji napětí 120 V ? Předpokládáme, že se odpor spirály vaříče nezmění s rostoucí teplotou?**<sup>634</sup>  
OK Příkon vaříče je 180 W.
18. **Jak dlouho můžeme svítit žárovkou o příkonu 60 W, než spotřebujeme 1 kWh elektrické energie?**<sup>644</sup>  
OK Žárovkou můžeme svítit 1000 minut.
19. **Do nádrže ve výšce 15 m máme načerpat 5 litrů vody za 1 sekundu. Jaký výkon musí mít elektromotor, nepočítáme-li se ztrátami energie? Hodnota tíhového zrychlení je 10 N/kg, hustota vody je 1000 kg/m<sup>3</sup>.**<sup>647</sup>  
OK Elektromotor musí mít výkon 750 W.
20. **Kolik vaříčů o výkonu 500 W můžeme současně používat v bytě, kde máme napětí 220 V, jestliže elektroměrem může procházet nejvýše proud 5 A ?**<sup>640</sup>  
OK Současně můžeme používat nejvýše 2 vaříče.

 **Obsah**

 1. Elektrická práce, elektrický výkon, účinnost	2
 2. Elektrická práce, výkon, účinnost - ukázkové příklady	3
 3. Elektrická práce, výkon, účinnost - procvičovací příklady	5