

Semestrální práce

Výjezdní cvičení

Cvičení KEE/VEN 2016

Cvičení: úterý 12:05 – 13:45

Datum cvičení: 15. 4. 2016

Vypracoval: Bc. Martin Zlámal

A. Fotovoltaika

Fotovoltaický vědecko-technický park se nachází ve vesnici Strašice asi 12 km od Rokycan v bývalém vojenském areálu. Jmenovitě areál obsahuje tyto (a další) zajímavosti:

- 8 zrcadlových sledovačů slunce
- 18 velkých sledovačů o výkonu $12,6 \text{ kWp}$ (á 65 panelů)
- největší jednoosý sledovač Titan o výkonu $33,3 \text{ kWp}$
- pozemní klasická instalace 2 MWp

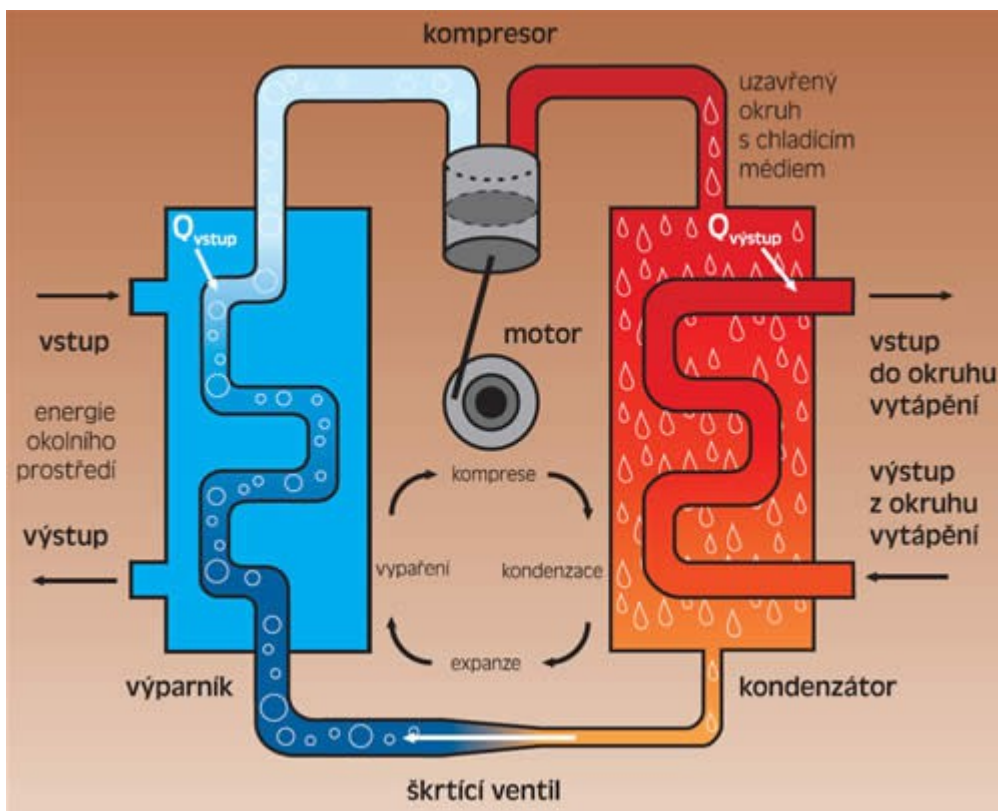
Celkem je tedy v parku nainstalování přibližně 3 MWp . Nutno zdůraznit, že většina sledovačů nafungovala, nebo směřovala na špatnou světovou stranu. To je s podivem hlavně proto, že např. velké dvouosé sledovače spolupracují pouze s kalendářem. Celkově tento park nepůsobil vůbec dobře, spíše naopak. Zdálo se, že je ve velkém rozkladu. Zajímavé také je, že celý tento park stál půl miliardy korun (zdroj: americanwaysolar.com), což bylo vidět spíše na osobním automobilu obsluhy, než na parku.

B. Vodní elektrárny

Vodní elektrárna Orlík zadržuje na vltavské kaskádě 720 mil. m^3 vody, což ji řadí na první místo z akumulčních nádrží v ČR. Celkový výkon elektrárny je 364 MW ($4 \times 91 \text{ MW}$ Kaplan, spád $70,5 \text{ m}$) a operativní najetí na plné zatížení zvládne za 128 sekund. Elektrárna byla uvedena do provozu postupně v letech 1961-1962. Největší hloubka je 74 m , gravitační betonová přehrada má $91,5$ metrů na výšku a 450 m na šířku v koruně. Těleso přehrady má 3 přelivy s kapacitou 2 184 m^3 a dva spodní Johnsonovy regulační uzávěry.

C. Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla čerpají energii z okolí o relativně nízké teplotě, kdy uměle zvyšují teplotu nosného média na např. $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Toto médium může být například čpavek. Důležité je, aby se látka vypařovala při nízkých teplotách. Výpary se potom pomocí kompresoru stlačují a díky dodané práci dochází k uvolnění tepla a vyšší teplotě. U tepelných čerpadel se udává tzv. topný faktor, což je poměr mezi teplem dodaným a energií pro pohon čerpadla. Obvykle vychází 2 až 5.



Obrázek 1: Princip kompresorového tepelného čerpadla (zdroj: ekowatt.cz)

D1. Energie větru

Naměřené hodnoty rychlostí větru 2 m nad terénem:

v	3,1	4,9	2,3	3,0	4,0	6,0	2,8	4,9	4,9	5,9	8,1	4,9	4,0	4,2
[m/s]														

Což dává průměrnou hodnotu rychlosti 4,5 m/s. Přepočet na výšku osy větrné elektrárny Boží Dar je potom:

$$w = \left(\frac{h}{h_0} \right)^n \cdot w_0 = \left(\frac{30 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right)^{0,16} \cdot 4,5 \text{ m/s} = 6,94 \text{ m/s}$$

Kde 30 m je výška větrné elektrárny a koeficient drsnosti 0,16 vychází podle tabulek. Z toho je vidět, že se vzrůstající výškou rychlost větru stoupá. Teoretický výkon vzdušného proudu ve výšce osy větrné elektrárny se spočte takto:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c_p \cdot A \cdot v_j^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,15 \cdot 0,41 \cdot \pi \cdot 0,98^2 \cdot 6,94^3 = 237,76 \text{ W}$$

D2. Energie slunce

Sklon systému podle data narození je 48° , azimut systému pak -11° .
Následuje příklad výpočtu pro čas 12:00.

Výška slunce nad obzorem:

$$h = \arcsin(\sin \delta \cdot \sin \gamma + \cos \delta \cdot \cos \gamma \cdot \tau)$$
$$h = \arcsin(\sin 20^\circ \cdot \sin 50^\circ + \cos 20^\circ \cdot \cos 50^\circ \cdot \cos 0^\circ) = 60^\circ$$

Úhel dopadu paprsků na osluněnou plochu:

$$\cos \gamma = \sin h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos(a - a_s)$$
$$\cos \gamma = \sin 60^\circ \cdot \cos 42^\circ + \cos 60^\circ \cdot \sin 42^\circ \cdot \cos(0 - (-11)) = 0,97$$

Intenzita slunečního záření:

$$I = I_n \cdot \cos \gamma = 871 \cdot 0,97 = 846,61 \text{ W/m}^2$$

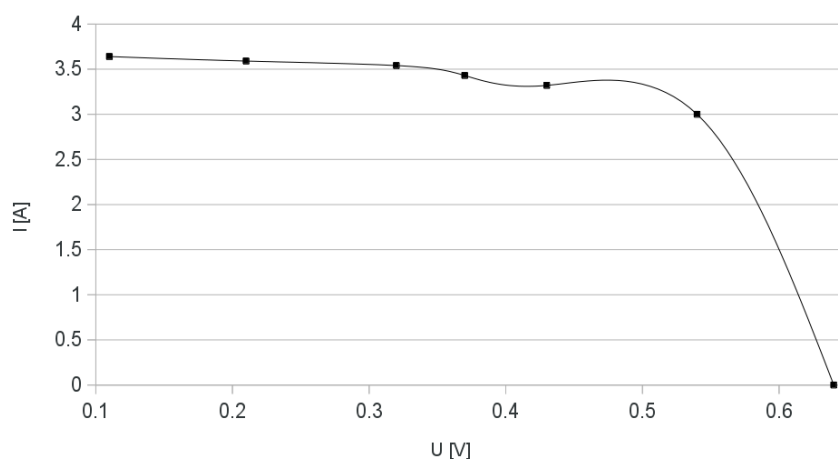
Výsledné teplo pak vychází z kalorimetrické rovnice:

$$Q_i = S \cdot I \cdot \tau \cdot \mu_a \cdot \mu_i = 2 \cdot 1,76 \text{ m}^2 \cdot 846,61 \text{ W/m}^2 \cdot 15 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} \cdot 0,81 \cdot 0,92 = 1998,67 \text{ kJ}$$

Obdobně se vypočítá teplo dodané za celý den, z čehož získáme požadovaný rozdíl teplot:

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{celk}} \cdot \mu_a \cdot \mu_i}{\rho \cdot V \cdot c_p} = \frac{63\,738,89 \text{ kJ} \cdot 0,745}{1000 \cdot 0,3 \text{ m}^3 \cdot 4187} \cdot 10^3 = 37,8 \text{ K} = 37,8^\circ \text{C}$$

Výsledná teplota je tedy $51,8^\circ \text{C}$ ($37,8^\circ + 14^\circ$).



Obrázek 2: VA charakteristika fotovoltaiického článku