

Zanimivosti iz zbirke SATCITANANDA – FIZIKA:

Sevanje svetlobe – Stefanov zakon.

Uporaba pri oceni proizvedene energije sončne elektrarne

a) Predpostavimo, da je sevalna temperatura "fotosfere" sonca 5760K. Kolikšen je svetlobni tok, ki ga seva sonca na zemeljsko površino? Predpostavi 35% absorbcijo svetlobnega toka na zemeljski atmosferi.

b) S pomočjo v nalogi danih podatkov izračunaj, kolikšno letno energijo bi proizvedla sončna elektrarna, ki bi neposredno pretvarjala energijo, ki jo seva sonce na zemljo v električno energijo, če bi imela izkoristek 14,45%.

Potrebna znanja iz srednje šole: kalorika (Stefanov zakon), energija (pretvorniki energije)

Sončna elektrarna:

Sončne elektrarne so elektrarne, ki pretvarjajo sončno energijo v električno. So vir ekološko čiste energije. Električno energijo proizvajamo za prodajo v omrežje (angl.: On Grid) ali za lastno uporabo (Off-Grid). Slednje uporabljamo tam, kjer ni javnega električnega omrežja.

Nazivne moči sončnih elektrarn so določene pri gostoti sevalnega toka sonca $1kW/m^2$. V praksi so relativno majhne. Sončna elektrarna s solarnimi paneli na strehi stanovanjske hiše ima tipično moč pod 10kW, sledilne centrale (paneli se obračajo za soncem) pa nekaj deset kW ali več – odvisno od površine panelov, izbire panelov in geografske lokacije.

Najpomembnejši elementi sončne elektrarne so fotoelektrični elementi (PV – Photo Voltaic), ki so povezani v fotoelektrične module (Photo Voltaic PV modules). Moduli proizvajajo enosmerno napetost, ki jo pretvorimo v izmenično 220V, 50Hz. Izkoristek PV modulov je približno 15 do 20% (monokristalni moduli). Fotoelektrični elementi proizvajajo enosmerno napetost, katero moramo v elektrarni pretvoriti v izmenično. Izkoristek te pretvorne je približno 85%.



Sončni paneli sledilne elektrarne (Velika Kostrevnica; Šmartno pri litiji - Ludvik Zaman)

a) Izračun svetlobnega toka

$$T_s = 5760K$$

sevalna temperatura sonca

$$R_s = 0,696 \cdot 10^6 km = 0,696 \cdot 10^9 m$$

radij sonca

$$r = 149,6 \cdot 10^6 km = 149,6 \cdot 10^9 m$$

oddaljenost sonca od zemlje

$$J_z = ?$$

gostota sevalnega toka na zemlji

Na površini sonca je gostota svetlobnega toka (Stefanov zakon):

$$J_s = \frac{P_s}{S_s} = \sigma T^4 \Rightarrow P_s = \sigma T^4 4\pi R_s^2$$

Kjer je:

$$J_s$$

gostota sevalnega toka na površini sonca $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

$$P_s$$

sevalni tok (moč) sonca

$$S_s = 4\pi R_s^2$$

površina sonca

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} Wm^{-2} K^{-4}$$

Stefanova konstanta

Na zgornjih plaste ozračja, kjer še absorpcije svetlobnega toka na ozračju zemlje, je gostota svetlobnega toka:

$$J_z^* = \frac{P_s}{4\pi r^2} = \frac{\sigma T^4 4\pi R_s^2}{4\pi r^2} = \frac{\sigma T^4 R_s^2}{r^2}$$

$$J_z^* = 1,35 kW / m^2$$

Ob 35% absorpciji za zemeljski atmosferi je svetlobni tok na zemlji:

$$J_z = 1 kW / m^2$$

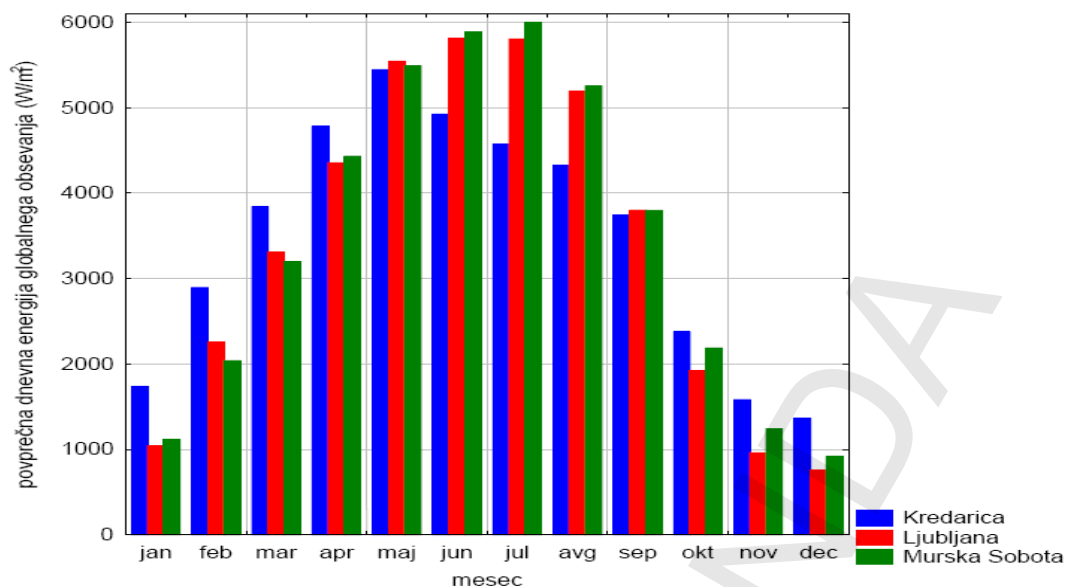
b) Sončna elektrarna

Podatki, ki jih potrebujemo za izračun, koliko električne energije lahko proizvede sončna elektrarna so:

- **Dejansko sončno sevanje:**

Pri izračunana gostoti svetlobnega toka $1 kW / m^2$ je določena nazivna moč sončne elektrarne. Dejanska pričakovana gostota svetlobnega toka na zemlji se spreminja glede na lokacijo, uro, dan in mesec.

Pri nas vrši merite sončnega sevanja **Agencija RS za okolje** v okviru Ministrstva za okolje in prostor. Meri globalno sončno obsevanje kot vsoto neposrednega sevanja, difuznega (razpršenega) in odbitega sončnega sevanja. Difuzno sevanje nastane s sipanjem direktnega in odbitega sevanja na zraku. Difuzno in odbito sevanje sta ob jasnem vremenu manjša od direktnega, vendar postaneta pomembna v oblačnem vremenu, ko direktnega ni.



Globalno sončno sevanje na treh lokacijah v Sloveniji (ref.: Agencija RS za okolje)

Iz zgornjega diagrama odčitamo vrednosti v Ljubljani in jih preračunamo na mesečno in letno raven:

Mesec	povprečje na dan kWh/m^2	povprečje na mesec kWh/m^2
januar	1,1	34,1
februar	2,3	69
marec	3,3	102,3
april	4,4	132
maj	5,5	170,5
junij	5,8	174
julij	5,8	179,8
avgust	5,3	164,3
september	3,8	114
oktober	1,9	58,9
november	1	30
december	0,8	24,8
Skupaj na leto		1253,7

- Izračun proizvedene energije

Za izračun proizvedene energije izberemo primerne solarne panele (običajno izberemo panele iz silicijevih monokristalov) ter odčitamo iz podatkov proizvajalca, kakšen je nazivna električna moč pri gostoti sevalnega toka $1kW/m^2$. To je izkoristek pretvarjanja svetlobne energije v električno. Upoštevati moramo tudi izkoristek pretvornika, ki pretvarja enosmerno napetost iz sončnih panelov v izmenično napetost $230V, 50Hz$. Izberemo tudi površino panelov.

Primer:

Podan je primer sončne elektrarne v Ljubljanski regiji. Elektrarna je sledilna, kar pomeni da se samostojni sončni paneli samodejno obračajo v smeri sonca. Nazivna moč je 20,5kW.

Podatki in izračun so prikazani v spodnji tabeli.

A: sevalna energija kWh/m^2	1254kWh/m ²
B: velikost panelov m^2	137m ²
C: izkoristek fotoelektrične pretvorbe	0,15
D: izkoristek ostalih komponent	0,95
Skupna letna proizvedena energija (A.B.C.D)	25,5MWh



Na vsak kW nazivne moči elektrarne lahko torej pričakujemo letno proizvodnjo 1240kWh električne energije.

SATCITANJE