

-

# Solarni kalkulator

## Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Hipoteza.....	3
3. Mjerenje i metode mjerenja.....	3
4. Površina OŠ Pantovčak.....	3
5. Izlazak i zalazak Sunca.....	5
6. Solarna ploča.....	5
7. Obrada mjerenja.....	7
8. Formule.....	7
9. Procjena greška.....	8
10. Rezultati .....	8

## Uvod

Solarna energija je energija koja se oslobađa nakon termonuklearnih eksplozija, tj. fuzija, koje se odvijaju na Suncu i dolazi do Zemlje u obliku zračenja. Dio se zračenja gubi odnosno zadržava, dio prolazi, a treći dio se odbija na Zemljinoj atmosferi. Do Zemlje okomito dolazi  $1\text{kW/m}^2$  za vrijeme najjačeg zračenja, tu energiju zatim hvataju silicijske solarne ćelije i pretvaraju ju u električnu energiju koja se zatim koristi umjesto drugih izvora energije. Velika prednost solarne energije u današnje doba je što ne zagađuje okoliš, te se ostvaruje velika novčana ušteda tijekom godina. Za razliku od nekih drugih izvora energije solarne ploče se lako postavljaju, te ne zauzimaju mnogo prostora. Njihova efikasnost ovisi o vremenu i o zagađenju stoga se takva vrsta energije ne može uvesti u industrijska područja. Kako bi mogli mjeriti koliko struje proizvode ploče na određenom prostoru i pri određenom vremenu potreban je solarni kalkulator. On računa koliko u prosjeku električne energije proizvodi unaprijed određen broj ploča.

## Hipoteza

Razviti solarni kalkulator u koji se unose željeni podaci i nakon toga kalkulator izračuna godišnju proizvodnju električne energije.

Koristeći solarni kalkulator moći ću izračunati koliki je potencijal OŠ Pantovčak za proizvodnju električne energije na krovu škole.

## Mjerenje i metode mjerenja

### Površina OŠ Pantovčak

Solarne ploče se mogu postaviti na krov škole, stoga sam izračunala okvirnu površinu škole koristeći aplikaciju Google Maps. Na tlocrtu škole označila sam dužine i širine dijelova škole, kao i dužinu i širinu košarkaškog igrališta. Košarkaško igralište sam potom izmjerila brojem stopa, nakon toga sam izmjerila dužinu tenisice te preko omjera izračunala površinu krova škole.



## Izlazak i zalazak sunca

Broj sunčanih sati utječe na količinu proizvedene električne energije. Kako bih saznala koliko je sunčanih sati u jednom danu koristila sam stranicu :

Iz podataka o vremenu izlaska i zalaska sunca, izračunala sam broj sunčanih sati u jednom danu. Mjerenje kreće od najdužeg dana u godini 21.06.2019 te završava sa 21.05.2020. kao posljednjim raspoloživim danom. S obzirom da sunce ne sija jednoliko kroz cijeli dan, za izračun proizvodnje električne energije koristim „Peak“ broj sati koji sam preuzela na Europskom fotovoltaznom informativnom centru.

## Solarna ploča

Za zadatak sam dobila solarnu ploču „60W Monocrytalline Modules“.

Solarna ploča se sastoji od malih solarnih ćelija koje su zadužene za proizvodnju električne energije. Ploča se postavlja na krov i njena površina je  $0.47 \text{ m}^2$  . Svaka postavljena ploča

proizvodi 0,06 kWh



0,06 kWh

60W MONOCRYSTALLINE MODULES

Product Description:

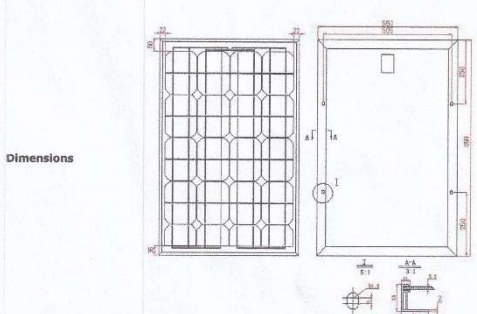
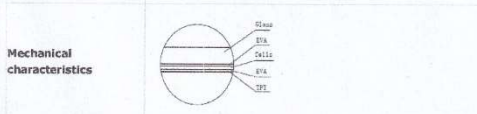
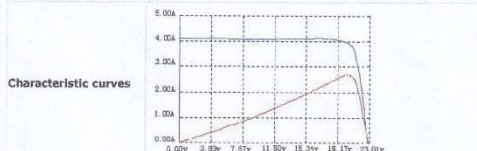
	Specification
Cells	Mono crystal 41.67mmx125mm square
Number of cells	36 (4x9) series connected
Typical application	12V DC
Maximum voltage	1000V DC
Size	850(L) x 550(W) x 35(H) mm
Weight	7.8 Kgs
Front glass	3.2 mm

Tolerance		
Parameter	Values	Unit
Operating temperature	-45 to 80	°C
Hail diameter @ 80Km/h	Up to 25	mm
Continuous wind pressure	Up to 24	m/s

Connection terminals	
Connector type	BOX02

Parameter	
Model	DSP60D
Rating power (Pm)	60W
Efficiency of cell	≥16.27%
Tolerance	±3%
Rated current (Im)	3.43A
Rated voltage (Vm)	17.5V
Short circuit Current (Isc)	3.78A
Open circuit Voltage (Voc)	21.6V
Temperature coefficient Voltage: 0.16V/°C / -(160 +10)mV/°C	
NOCT:45°C+2 °C Temperature coefficient of power: -(0.5+0.05)%/°C	
Temperature coefficient Current: 0.06%/°C / (0.065 +0.015)%/°C	

Note: defined as standard deviation of thousands measurements. Absolute power values depend on the measuring system. They can differ by +/- 3% from one measuring system to another.



Certificate CE

Slika 3. : opis i svojstva korištene solarne ploče

## Obrada mjerenja

Kako bih izračunala broj ploča potrebnih za prekrivanje cijelog krova, podijelila sam unaprijed izračunatu površinu s površinom jedne solarne ploče. Ukupan broj solarnih ploča (bez konstrukcije) koji stane na krov je 4118 solarnih ploča. Kako bih izračunala proizvodnju el. energije pomnožila sam snagu jedne ploče (od 0,06 kWh) s brojem ploča. Ukupna snaga svih ploča je 247kWh.

Nakon što sam izračunala broj sunčanih sati u svakom 21. danu mjeseca, umanjila sam ih za 25% kako bih izračunala broj peak sati u danu. Potom sam izračunala proizvodnju el. energije tako što sam pomnožila broj peak sati u danu sa ukupnom snagom svih solarnih ploča (247 kwh).

Za mjesečnu proizvodnju sam pomnožila početni dnevni izračun sa brojem dana u svakom mjesecu.

Datum	Broj sunčanih sati	Broj peak sati u danu (PSH)	Proizvodnja energije po danu (kWh)	Peak sati (PSH) u mjesecu	Proizvodnja energije po mjesecu (kWh)	Mjesec
21.6.2019	15:43	12,00	2.964,96	360	88.948,80	Lipanj
21.7.2019	15:12	11,25	2.779,65	337,5	83.389,50	Srpanj
21.8.2019	13:52	10,50	2.594,34	315	77.830,20	Kolovoz
21.9.2019	12:15	9,00	2.223,72	270	66.711,60	Rujan
21.10.2019	10:40	8,25	2.038,41	247,5	61.152,30	Listopad
21.11.2019	9:16	6,75	1.667,79	202,5	50.033,70	Studen
21.12.2019	8:39	6,00	1.482,48	180	44.474,40	Prosinac
21.1.2020	9:16	6,75	1.667,79	202,5	50.033,70	Siječanj
21.2.2020	10:41	8,25	2.038,41	247,5	61.152,30	Veljača
21.3.2020	12:14	9,00	2.223,72	270	66.711,60	Ožujak
21.4.2020	13:52	10,50	2.594,34	315	77.830,20	Travanj
21.5.2020	15:11	11,25	2.779,65	337,5	83.389,50	Svibanj

Tablica 1. : dobivanje broja sunčanih sati po danu, mjesecu i godini

## Formule

Broj solarnih ploča(n)\*Snaga ploče(kWh)=Ukupna snaga svih ploča (kWh)

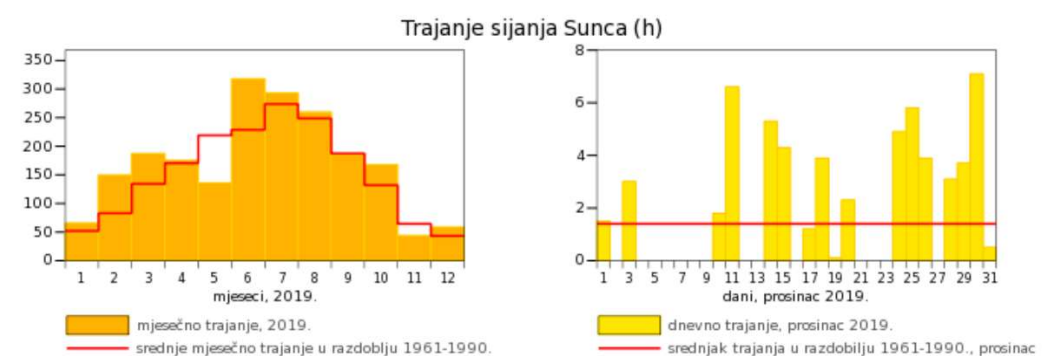
Peak Solar Hours PSH= (Zalazak sunca – Izlazak sunca) \* 75%

Proizvodnja energije E<sub>mjesec</sub> = PSH\*Ukupna snaga svih ploča(kWh)

Godišnja proizvodnja energije (kWh)=E<sub>lipanj</sub>+...+E<sub>svibanj</sub>

## Procjena greške

Glavna greška kod izračuna proizvodnje električne energije je broj sunčanih sati i jačina sunčeve svjetlosti. Ja sam izračunala mjesečne vrijednosti na temelju jednog dana što nije precizno. Na Državni hidrometeorološkom zavodu sam pronašla točna mjesečna mjerenja i usporedila sa svojim rezultatima. Najveća razlika je u Studenom 2019. gdje je moj rezultat 270 sati dok je DHMZ naveo 40 sunčanih sati.



Slika 4.: rezultati DHMZ- a za broj sunčanih sati po mjesecu (DHMZ)

Mjesec	Godina	Broj sunčanih sati u mjesecu	DHMZ Broj sunč	Razlika	Greška (%)
Lipanj	2019	480	330	150	31%
Srpanj	2019	450	300	150	33%
Kolovoz	2019	420	260	160	38%
Rujan	2019	360	200	160	44%
Listopad	2019	330	170	160	48%
Studeni	2019	270	40	230	85%
Prosinac	2019	240	60	180	75%
Siječanj	2020	270	110	160	59%
Veljača	2020	330	120	210	64%
Ožujak	2020	360	170	190	53%
Travanj	2020	420	290	130	31%
Svibanj	2020	450	320	130	29%

Tablica 2.: račun razlike u broju sunčanih sati mjesečno

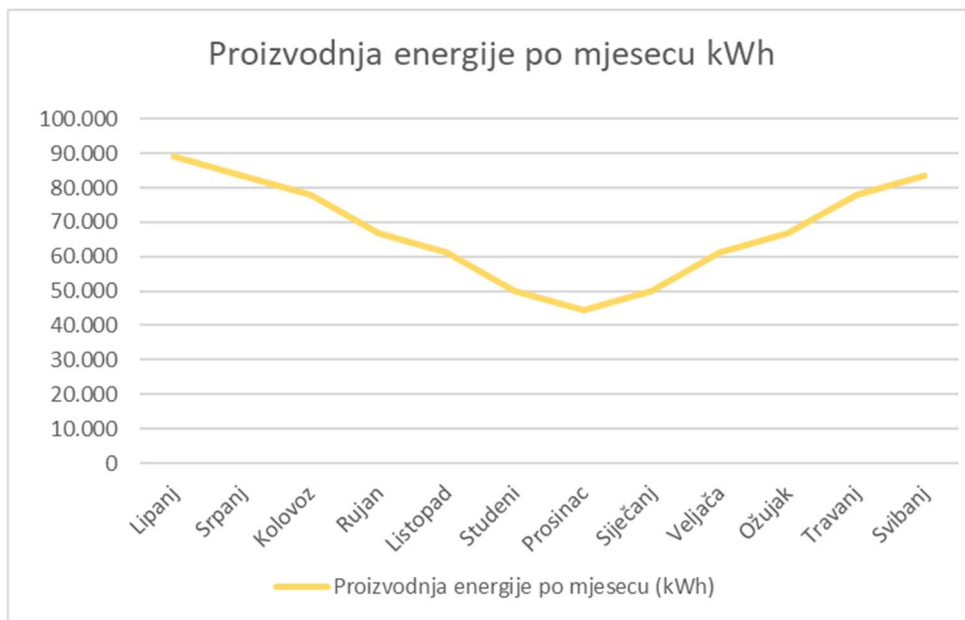


## Rezultati

Solarni kalkulator po formuli izračunava godišnju proizvodnju električne energije. Na kalkulator utječe površina krova tj. Površina na koju se mogu staviti solarne ploče. Također, na kalkulator utječe i snaga svake ploče, odnosno koliko el. energije proizvodi po satu. Na grafu se vidi koliko kWh električne energije bi se proizvelo u krovnoj elektrani OŠ Pantovčak od 21.06.2019. do 21.05.2020. Na proizvodnju el. energije izrazito utječu vremenski uvjeti što dovodi do grešaka u predviđanjima.

SOLARNI KALKULATOR		
Površina solarne ploče	0,47	m2
Površina krova	1.925,43	m2
Broj solanih ploča	4118,00	
Snaga 1 ploče	0,06	kWh
Ukupna snaga svih ploča	247,08	kWh
<b>Godišnja proizvodnja energije</b>	<b>390.386,40</b>	<b>kWh</b>

Tablica 3. : svi potrebni faktori za računanje dobivene solarne energije



Graf 1. : proizvodnja energije po mjesecu

## Izvori

<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=58784>

<https://www.google.com/maps>

<https://meteo.hr/>

<https://www.pveurope.eu/News/Solar-Generator/Solar-irradiation-data-for-all-European-regions>

<https://www.timeanddate.com/sun/croatia/zagreb>

[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)

<https://www.8msolar.com/what-is-a-peak-sun-hour-psh>