



## **Gibanje MLADI RAZISKOVALCI KOROŠKE 2023/24**

**Področje: aplikativni inovacijski predlogi in projekti**

### **SOLARNI GENERATOR**

**Avtorji:**  
**Dejan Krajnc**  
**Rok Ladinik**  
**Jurij Robnik**

**Mentorja:**  
**Bojan Pogač, univ. dipl. inž.**  
**Robert Pečnik, dipl. inž.**

Ravne na Koroškem, 2023/24

Šolski center Ravne  
Srednja šola Ravne  
Na gradu 4a  
2390 Ravne na Koroškem

## **ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorjema Bojanu Pogaču, univ. dipl. inž. ter Robertu Pečniku, dipl. inž. za vso podporo in strokovno pomoč pri projektu. Iskreno se zahvaljujemo Veroniki Kotnik prof. za jezikovni pregled ter Kristini Kolak prof. za prevod v angleščino. Posebej se zahvaljujemo tudi Srednji šoli Ravne oz. v. d. ravnateljice Jerneji Rebernik Herman, univ. dipl. inž., ki nam je v času izdelave nudila vso potrebno opremo ter nam s tem omogočila uspešen zaključek naloge.

## **POVZETEK**

Raziskovalno nalogo z naslovom Solarni generator smo si zamislili kot izviv, ki ga svojim znanjem in pomočjo profesorjev lahko uresničimo. Pri načrtovanju in izvedbi smo se soočili z mnogimi izvivi, ki smo jih zadovoljivo razrešili. Predstavili bomo zasnovo in izdelavo solarnega generatorja ter seveda njegovo delovanje. Delo smo si razdelili na več delovnih sklopov, in sicer na zasnovo, izdelavo in preizkušanje generatorja.

Pri zasnovi smo se najbolj osredotočali na mobilnost, velikost in težo generatorja. Želeli smo zagotoviti kar se da enostavno mobilnost. Naredili smo si vezalni načrt ali shemo, ki smo jo nato uporabili pri sami vezavi.

Pri izdelavi smo se osredotočali predvsem na področja, ki nam še niso bila poznana, kot so varjenje in oblikovanje kovin, vrtanje, načrtovanje itd., ampak so bila ključna za izdelavo. Sama izdelava je potekala tako, da smo naredili kovinsko konstrukcijo, ki smo jo zaščitili z barvo, dodali smo leseno ploščo ter elektro omarico. Vse elemente smo priključili s pomočjo sheme, ki smo si jo predhodno naredili.

Meritve so pokazale maksimalne zmožnosti našega generatorja. Spremljali smo, kako se naprave odzivajo, pri tem smo uporabili mobilno aplikacijo.

Upravljanje z agregatom je sila preprosto, postavimo ga na primerno mesto, kjer ni predmetov, ki bi nam preprečevali sončne žarke. Preverimo, da smo ga postavili na ravno podlago, nato še samo preprosto dvignemo sončne panele na levi in na desni strani in že pridobivamo električno energijo. Na pametni telefon si naložimo aplikacijo VictronConnect, ki je popolnoma brezplačna in preprosta za uporabo. Preko te aplikacije imamo pregled nad vsem, lahko spremljamo tudi vso zgodovino ter prilagajamo nastavite glede na naše reference in potrebe.

Poleg sončnih panelov smo se odločili namestiti še drugi vir napajanja, dodali smo pametni polnilnik, ki nam omogoča, da napolnimo baterijo kar doma na navadni 230 V vtičnici, kar pa nam omogoča, da se predhodno pripravimo in lahko začnemo uporabljati generator takoj ko ga potrebujemo, lahko pa izberemo tudi funkcijo, ki nam ohranja napolnjeno baterijo.

Pri izdelavi projekta smo videli kar nekaj možnosti za izboljšave. Lahko bi dodali še eno baterijo in s tem podaljšali čas delovanja, lahko bi dodali še kakšen sončni panel in s tem hitreje napolnili baterijo. Nadgradili smo ga tako, da smo dodali štiri reflektorje, ki nam

omogočajo razsvetljavo ponoči. Možnosti za izboljšanje izdelka so in ga lahko prilagodimo potrebam (kapaciteta, velikost, teža...) in pa seveda ceni, ki smo jo pripravljeni odšteti.

## **KLJUČNE BESEDE**

- Elektrotehnika
- Inovativnost
- Izzivi
- Prihodnost
- Samooskrba
- Varstvo okolja
- Sončna energija
- Mobilnost
- Aplikacija

## **ABSTRACT**

Many ideas and concepts were needed for this research project since we were faced with a great deal of challenges, which we were able to overcome quite efficiently. The research paper presents the design and construction of a solar generator. The work was divided into several work packages, namely the design, construction and trial runs of the generator.

In the design phase, we focused mostly on the mobility, size and the weight of the generator. The desire was to make a product that would be easy to transport. A wiring diagram or schematic for the solar power generator was made and was then used in the wiring process .

While building the generator we mainly focused on areas, such as welding and metal forming, drilling, planning, etc.; fields that were unfamiliar to us, but of crucial importance in the construction phase. The construction itself was carried out by making a metal structure, which we protected with paint, and then added a wooden panel and an electrical panel. We connected all the elements using the circuit schematic that we had previously made.

The measurements showed us the maximum capacity of our generator. We were also able to see how the devices performed and also got well acquainted with the mobile app.

Operating the generator is very simple. We place it in a suitable place where there are no objects that would obstruct the sun's rays, and then we make sure it is placed on a flat surface. After that we simply lift the solar panels on the left and the right side, and we are already generating electricity. Download the VictronConnect app to your smartphone, which is completely free and easy to use. The application enables us to have an overview of everything. We are able to see the entire history and adjust the settings according to our references and needs.

In addition to the solar panels, we decided to install another power source. We added a smart charger that enables us to charge the battery at home on a regular 230V socket, thus allowing us to prepare in advance and use the generator when required. The smart charger also enables us to select a function that ensures the generator's battery stays fully charged.

During project execution we have realized that there is always room for improvement. For example, by adding another battery, we would be able to extend the operating time. Also, by connecting another solar panel, we would be able to charge the battery faster. We upgraded the generator by adding four more reflectors that provide illumination at night. Undoubtedly, there are possibilities to improve the product and adapt it in order to meet our changing needs (capacity, size, weight, etc.) as well as the price we are willing to pay.

## KEY WORDS

- Electrical engineering
- Innovation
- Challenges
- Future
- Self-sufficiency
- Environmental Protection
- Solar energy
- Mobility
- Application

# KAZALO VSEBINE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 UVOD.....</b>                                       | <b>1</b>  |
| 1.1 CILJ PROJEKTA.....                                   | 2         |
| 1.2 NAMEN PROJEKTA .....                                 | 2         |
| <b>2 METODE DELA IN MATERIALI .....</b>                  | <b>3</b>  |
| 2.1 SOLARNI PANELI.....                                  | 3         |
| 2.2 LITIJ-IONSKA BATERIJA .....                          | 4         |
| 2.3 PAMETNI POLNILNIK .....                              | 6         |
| 2.4 REGULATOR POLNJENJA .....                            | 7         |
| 2.5 PRETVORNIK.....                                      | 8         |
| 2.6 VARNOSTNI ELEMENTI.....                              | 9         |
| 2.7 REFLEKTORJI .....                                    | 10        |
| 2.8 METODE DELA .....                                    | 11        |
| <b>3 NADZOR IN MOBILNA APLIKACIJA .....</b>              | <b>12</b> |
| 3.1 MOBILNA APLIKACIJA .....                             | 13        |
| 3.2 NAŠE IZKUŠNJE IN MNENJE O APLIKACIJI .....           | 14        |
| <b>4. POTEK DELA IN NAČRTOVANJE.....</b>                 | <b>15</b> |
| 4.1 NAČRTOVANJE .....                                    | 15        |
| 4.2 POIZKUSNA VEZAVA.....                                | 17        |
| 4.3 SESTAVLJANJE.....                                    | 18        |
| 4.4 KONČNA PODoba .....                                  | 21        |
| <b>5 MERITVE TER SPECIFIKACIJE .....</b>                 | <b>22</b> |
| 5.1 MERJENJE PRIDOBILJENE MOČI S SONČNIMI PANELI .....   | 22        |
| 5.1.1 Meritev sončnih panelov pod kotom $45^\circ$ ..... | 22        |
| 5.1.2 Meritev sončnih panelov pod kotom $90^\circ$ ..... | 23        |
| 5.1.3 Meritev sončnih panelov pod kotom $35^\circ$ ..... | 23        |
| 5.2 INTERPRETACIJA MERITEV PRIDOBILJENE MOČI .....       | 24        |
| 5.3 IZRAČUNI IZKORISTKOV SONČNIH PANELOV .....           | 24        |
| 5.3.1 Izračun izkoristka pri proizvodu 135 W .....       | 25        |
| 5.3.2 Izračun izkoristka pri proizvodu 116 W .....       | 25        |
| 5.3.3 Izračun izkoristka pri proizvodu 74 W .....        | 25        |
| 5.4 INTERPRETACIJA IZKORISTKA .....                      | 26        |
| 5.5 PREDVIDEN ČAS POLNJENJA .....                        | 26        |
| 5.6 REALNI ČAS POLNJENJA .....                           | 27        |
| 5.6.1 Čas polnjenja pri izkoristku 135 W .....           | 27        |
| 5.6.2 Čas polnjenja pri izkoristku 116 W .....           | 28        |
| 5.6.3 Čas polnjenja pri izkoristku 74 W .....            | 28        |
| 5.7 INTERPRETACIJA ČASA POLNJENJA .....                  | 29        |
| <b>6 ZAKLJUČEK.....</b>                                  | <b>30</b> |
| <b>7 VIRI IN LITERATURA .....</b>                        | <b>32</b> |

## KAZALO SLIK

|   |    |
|---|----|
| Slika 1: Sončni paneli .....                      | 3  |
| Slika 2: Litij-ionska baterija.....               | 5  |
| Slika 3: Pametni polnilnik.....                   | 6  |
| Slika 4: Regulator polnjenja.....                 | 7  |
| Slika 5: Pretvornik .....                         | 8  |
| Slika 6: Pametni upornik.....                     | 9  |
| Slika 7: Shema .....                              | 9  |
| Slika 8: Reflektor .....                          | 10 |
| Slika 9: Zgled aplikacije 1 .....                 | 12 |
| Slika 10: Zgled aplikacije 2 .....                | 12 |
| Slika 11: Uvodna stran aplikacije .....           | 13 |
| Slika 12: Parametri.....                          | 14 |
| Slika 13: Graf aplikacije .....                   | 14 |
| Slika 14: Skica .....                             | 15 |
| Slika 15: Lesena plošča.....                      | 15 |
| Slika 16: Zarisovanje .....                       | 16 |
| Slika 17:Varjenje .....                           | 16 |
| Slika 18: Rebraste podložke.....                  | 17 |
| Slika 19: Poizkusna vezava.....                   | 18 |
| Slika 20: Vrtanje .....                           | 18 |
| Slika 21: Električna omarica .....                | 19 |
| Slika 22: Vezava električne omarice.....          | 19 |
| Slika 23: Postavitev.....                         | 19 |
| Slika 24: Zaključek vezave .....                  | 20 |
| Slika 25: Reflektorji.....                        | 20 |
| Slika 26: Končna podoba .....                     | 21 |
| Slika 27: Sončni paneli- kot 45° .....            | 22 |
| Slika 28: Sončni paneli - vodoraven položaj ..... | 23 |
| Slika 29: Sončni paneli- kot 35° .....            | 23 |
| Slika 30: Tabela meritev .....                    | 24 |

## **SEZNAM OKRAJŠAV, SIMBOLOV IN OZNAČB**

V - volt

A - amper

E - energija

P - moč

W - vat

Ah - amper ura

Wh - vat ura

AC - izmenična napetost

DC - enosmerna napetost

IP - stopnja zaščite pred vodo in trdimi delci (International Protection)

K - kelvin

LED - svetleča dioda (Light Emitting Diode)

lm - lumen

## 1 UVOD

V današnjem nenehno spreminjajočem se svetu, zaznamovanem z nepredvidljivimi situacijami kot so na primer pretekle naravne nesreče, ki so še kako zaznamovale našo malo državo, in pa seveda nenehni globalni konflikti, nam postaja jasno, da se mora nekaj spremeniti in da se moramo spoprijeti z mnogimi izzivi, če želimo uspeti kot družba. Vstopamo v zelo pomembne trenutke za človeštvo, saj smo namreč na prehodu na bolj zelene vire energije. In eno izmed najpogostejših vprašanj se glasi, kako do bolj čiste oblike energije.

V zadnjih letih so v vse večjem porastu sončne elektrarne, ki jih posamezniki in tudi drugi nameščajo na stanovanjske objekte. S tem si lahko zmanjšamo stroške in postanemo bolj samooskrbni. Ampak glavni problem nastane pri izpadu električne energije, sončne elektrarne v večini primerov nimajo hranilnikov energije in ob izpadu ostanemo brez energije. Zato smo se vprašali, kako bi lahko na najcenejši način zagotovili energijo za naprave, ki jih pri izpadu najbolj potrebujemo. Poleg tega pa omogočimo električno energijo tudi tam, kjer ni omrežja, na katerega bi se lahko priključili.

Z mislijo, kako izboljšati svet, smo se v naši ekipi združili z namenom, da prispevamo k okoljski problematiki, s katero se srečujejo posamezniki in družba kot celota. Na podlagi tega smo skrbno načrtovali, ustvarjali in zasnovali projekt, ki bo pripomogel pri oskrbi z električno energijo.

### **Zastavili smo si nekaj hipotez:**

- Brezplačna aplikacija,
- najugodnejši kot sončnih panelov je  $45^\circ$ ,
- ugodna cena,
- samooskrba,
- ustvariti mobilni izdelek,
- varno za okolje,
- postavitev panelov vpliva na čas polnjenja baterije,
- uporaba v vsakem vremenu.

## 1.1 Cilj projekta

Cilj samega projekta je oskrba z električno energijo tam, kjer to ni mogoče, kot na primer na vikendih, kjer nimamo možnosti priključitve na omrežje. Ali pa kot najboljša alternativa za kampiranje, uporabimo ga lahko tudi kot dober in zanesljivi vir pri izpadu električne energije, poleg tega pa smo z dodanimi lučmi omogočili uporabo na gradbiščih ali pa celo na morebitnem kraju nesreče. In kar je ključnega pomena, smo z njim žeeli nadomestiti uporabo klasičnih bencinskih agregatov, ki so ne samo škodljivi za okolje, temveč tudi glasni in jih je nemogoče postaviti v zaprt prostor zaradi izpušnih plinov. Naš generator je pravo nasprotje klasičnemu, saj je učinkovit, tih, prenosljiv in seveda okolju prijazen. Še posebej pozorni smo bili na to, na kakšen način bi naredili agregat enostaven za uporabo.

Ob izdelavi projekta in opravljanju meritev smo neprestano iskali rešitve, kako bi izboljšali projekt. Ključno vprašanje pa je seveda ali nam je uspelo uresniči cilje in na kakšen način.

## 1.2 Namen projekta

Namen našega projekta je, da smo ustvarili izdelek, ki nam omogoča samooskrbo in mobilnost električne energije, ne glede na lokacijo.

## 2 METODE DELA IN MATERIALI

Ključnega pomena so seveda postopki in sami elementi, ki smo jih pri projektu uporabili. Od njih je odvisna velikost, teža, kapaciteta, zmogljivost... Zato smo za izbiro ustreznih materialov porabili kar nekaj časa.

### 2.1 Solarni paneli

Sončni paneli (*Slika 1: Sončni paneli*) nas spremljajo praktično na vsakem koraku, saj predstavljajo ključen element pri prehodu na bolj trajnostne vire električne energije in pa seveda samooskrbo.

Na izbiro smo imeli kar nekaj različnih tipov sončnih panelov, ampak ker smo bili omejeni z velikostjo samega generatorja, saj smo želeli omogočiti kar se da lahek transport, smo izbrali panele moči 90 W-12 V, dimenziije 780 x 668 x 30 mm.

([https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna\\_celica](https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_celica))

Prednosti teh panelov:

- Izdelani so z uporabo visokokakovostnih polikristalnih in monokristalnih celic, ki zagotavljajo vzdržljivost in učinkovitost;
- Primerni so za polnjenje akumulatorjev globokega cikla.



*Slika 1: Sončni paneli*

## 2.2 Litij-ionska baterija

Za naš projekt je zelo pomembna baterija, katera predstavlja ključni element, ki nam omogoča shranjevanje energije ter posledično uporabo generatorja tudi takrat, ko nimamo dostopa do sončne energije.

Tudi v tem primeru smo imeli na izbiro kar nekaj različnih baterij. Lahko smo izbirali med svinčenimi ali litij-ionskimi baterijami. Mi smo se na podlagi naših potreb odločili za litij-ionsko baterijo 12,8 V Litijev SuperPack - Victron Energy (*Slika 2: Litij-ionska baterija*). Za to baterijo smo se odločili iz naslednjih razlogov:

- **Dolga življenjska doba:** Ob prvem vzdrževanju in uporabi imajo življenjsko dobo tudi več let;
- **Hitro polnjenje:** Ključnega pomena pri našem projektu je seveda hitro polnjenje, saj želimo kar se da hitro napolniti naš generator, za čim hitrejšo in učinkovitejšo uporabo. Kar pa nam svinčene baterije ne bi omogočile;
- **Nizko samopraznjenje:** Marsikdo ne ve, da se baterija kljub neuporabi prazni, kar se dogaja pri vseh baterijah tako svinčenih kot pri litij-ionskih, razlika je samo v tem, da imajo litij-ionske baterije nizko stopnjo samopraznenja;
- **Visoka energijska gostota:** To pomeni, da lahko shranijo veliko energije glede na svojo maso. Kar nam je prišlo še kako prav, saj smo želeli nareediti naš generator čim manjši, lahek in pa seveda mobilen.

Pri litij-ionskih baterijah je izrednega pomena nadzor temperature in polnjenja, kar pa smo uredili s pomočjo pametnega polnilnika, regulatorja polnjenja in pametnega upornika.

(<https://www.jungheinrich.si/blog/litij-ionska-ali-kislinska-baterija-za-va%C5%A1-vili%C4%8Dar--1314102>)

TEHNIČNI PODATKI LITIJ-IONSKE BATERIJE:

- 12.8 V, 60 Ah, 768 Wh,
- maksimalna napetost pri polnjenju: 14.6 V,
- priporočena napetost pri polnjenju: 14.2 V,
- napetost polnjenja plovca: 13.6 V,
- maksimalni tok polnjenja: 30 A.



*Slika 2: Litij-ionska baterija*

## 2.3 Pametni polnilnik

Poleg solarnih panelov smo za bolj efektivno in hitrejše polnjenje solarnega generatorja dodali možnost, da se lahko polni preko navadne hišne 230 V vtičnice.

Polnilnik ima algoritem, ki v sedmih korakih poskrbi za najboljši izkoristek baterije. S tem zagotavlja njeno vzdržljivost ter boljše delovanje in s tem daljšo življenjsko dobo.

V primerjavi z mnogimi drugimi polnilniki, Blue Smart IP65 (*Slika 3: Pametni polnilnik*) globoko izpraznjeno baterijo poskuša napolniti z nizkim napajalnim tokom, kar zagotovi njeno vzdržljivost. Za baterijo pa skrbi tudi regulator polnjenja, ki jo ščiti pred preizpraznjenjem.

Možna je tudi povezava preko bluetootha, s tem lahko preko pametnega telefona, tablice ali prenosnega računalnika preverjamo stanje polnilnika in baterije. Lahko pa ga tudi konfiguriramo z aplikacijo VictronConnect.

(<https://www.victronenergy.si/chargers/blue-smart-ip65-charger>)

TEHNIČNI PODATKI PAMETNEGA POMNILNIKA:

- vhodna napetost: 230 V AC,
- napetost polnjenja "float": 13,8 V,
- skladiščenje polnilne napetosti: 13,2 V,
- tok polnjenja: 10 A.



*Slika 3: Pametni polnilnik*

## 2.4 Regulator polnjenja

Osnovno delo regulatorja polnjenja je, da nadzira napetost akumulatorja in ustavi polnjenje, ko se napetost baterije dvigne na določeno raven ter poskrbi, da se baterija ne predizprazni. Poleg tega tudi prepreči povratni tok na solarne panele, zato je eden najpomembnejših delov sistema, saj zagotavlja varnost.

V našem sistemu smo uporabili Regulator SmartSolar charge controller MPPT 75 | 15 (*Slika 4: Regulator polnjenja*)

Imeli smo izbiro med MPPT in PWM regulatorji.

PWM regulatorji počasi znižujejo količino energije, ki je namenjena za akumulatorje. Tako zagotavljajo, da se akumulatorji polnijo v priporočljivih mejah.

MPPT regulatorji so najnovejši in daleč najboljša vrsta regulatorja sončnih elektrarn. Takšni krmilniki so sposobni pretvoriti presežne napetosti v tok ter imajo veliko boljši izkoristek in večje prednosti. Tako da je čas za polnjenje baterij zmanjšan, kar pomeni, da sistem deluje optimalno. ([https://www.amp-solar.com/razlika\\_pwm\\_mppt](https://www.amp-solar.com/razlika_pwm_mppt))



*Slika 4: Regulator polnjenja*

## 2.5 Pretvornik

Pretvornik smo izbrali glede na to, katero napravo želimo priključiti. Pretvornik je elektronska naprava, ki pretvarja enosmerno napetost (DC) v izmenično napetost (AC). To je uporabno, ko želimo naprave, ki delujejo na izmenično napetost (televizija, hladilnik, ventilator, žarnica...), napajati iz enosmernega vira, kot je baterija ali sončni panel. Pretvornik je ključnega pomena za delovanje vsake sončne elektrarne.

Izbrali smo pretvornik Phoenix 12/800 VE.Direct Schuko (*Slika 5: Pretvornik*).

(<https://www.victronenergy.si/inverters/phoenix-inverter-vedirect-250va-800va>)

TEHNIČNI PODATKI:

- maksimalna moč: 800 W,
- izhodna AC napetost: 230 V AC.



*Slika 5: Pretvornik*

## 2.6 Varnostni elementi

Poleg vseh varnostnih sistemov (regulator polnjenja...), ki že sami po sebi preprečujejo preobremenitve in posledično nevarne situacije, smo dodali še varovalke, glavno stikalo, FID stikalo in pametni vzporedni upornik SmartShunt (*Slika 6: Pametni upornik*).

Pametni vzporedni upornik SmarShunt smo vezali na negativno stran baterije in na regulator polnjenja, kot prikazuje skica (*Slika 7: Shema*). Preko njega lahko spremljamo tok, ki ga uporabljamo, in tudi moč, ki jo uporabljamo. Omogoča pa nam tudi spremljanje napolnjenosti baterije.

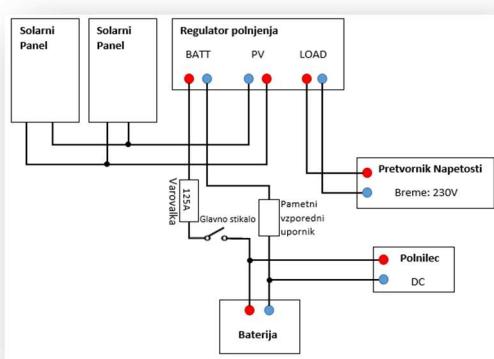
(<https://www.victronenergy.com/battery-monitors/smart-battery-shunt#pd-nav-image>)



*Slika 6: Pametni upornik*

Uporabili smo varovalko 125 A, ki je vezana iz pozitivnega vhoda BATT na regulatorju polnjenja na pozitivni pol baterije.

Dodali smo seveda še glavno stikalo, vezali smo ga na doseg uporabnika in na vidnem mestu, da lahko v primeru kakršne koli okvare ali vzdrževalnih del z njim razklenemo tokokrog in s tem zavarujemo sebe oziroma osebo, ki izvaja dela. FID stikalo in še tri varovalke pa smo dodali v omarico, da varujejo napeljavo, FID stikalo pa uporabnika.



*Slika 7: Shema*

## 2.7 Reflektorji

Med samo izdelavo projekta smo se odločili, da bi dodali tudi štiri reflektorje, ki bi nam omogočali delo ponoči, recimo na gradbiščih, lahko pa bi jih uporabljali tudi gasilci pri nesrečah, da bi s tem osvetlili določeno mesto. Štiri reflektorje smo namestili z namenom, da jih lahko poljubno nastavljamo in s tem osvetlimo določeno mesto. Nameščeni so na železne profile, ki smo jih namestili na železno konstrukcijo.

Uporabili smo reflektor znamke Ledvance, ki imajo moč 10 W, temperaturo svetlobe 4000 K ter svetijo s svetilnostjo 1200 lm (*Slika 8: Reflektor*).

Poznamo veliko različnih vrst reflektorjev, ki se razlikujejo predvsem po moči in temperaturi svetlobe. V zadnjem času se uporabljajo LED reflektorji, ki so zelo učinkoviti, in imajo dolgo življenjsko dobo.

(<https://blisk-svetila.si/Reflektor-LED-10W-IP65-Osram-Ledvance-crn-3000K-4000K>)



*Slika 8: Reflektor*

## 2.8 Metode dela

Najprej smo morali železo razrezati. Rezanje je postopek obdelave kovin, pri katerem se železni material razreže ali oblikuje z različnimi orodji in tehnikami.

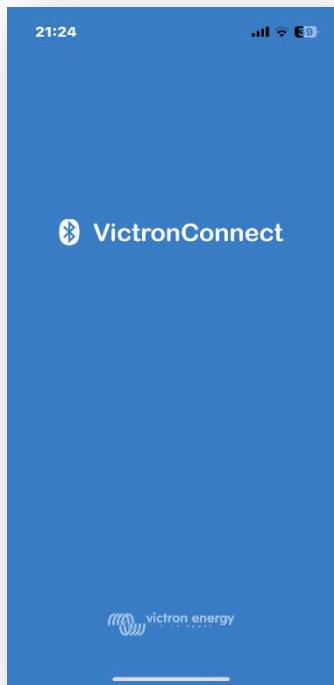
Razrezano železo smo nato varili. Varjenje je postopek, pri katerem se dva ali več delov trajno združi s taljenjem in dodajanjem materiala.

Zavarjeno konstrukcijo smo tudi prebarvali. To je postopek, pri katerem se na površino železnih delov nanaša barvni premaz, ki služi za zaščito pred korozijo ter estetsko izboljšanje.

Potrebovali smo tudi vrtalnik, s katerim smo izvrtili potrebne luknje. Z vrtanjem ustvarimo luknje v materialu. Vrtalnik vrti vrtalno orodje imenovano sveder in tako ustvari luknjo.

### 3 NADZOR IN MOBILNA APLIKACIJA

Ključnega pomena za enostavno uporabo je seveda dober nadzor nad izdelkom, kar smo tudi dosegli. Zaradi pametnih naprav v samem izdelku lahko spremljamo praktično vse, kar si v danem trenutku zaželimo. Samo s preprostim klikom na mobilno aplikacijo lahko dostopamo do vseh parametrov (*Slika 9: Zgled aplikacije 1*) (*Slika 10: Zgled aplikacije 2*).



*Slika 10: Zgled aplikacije 1*

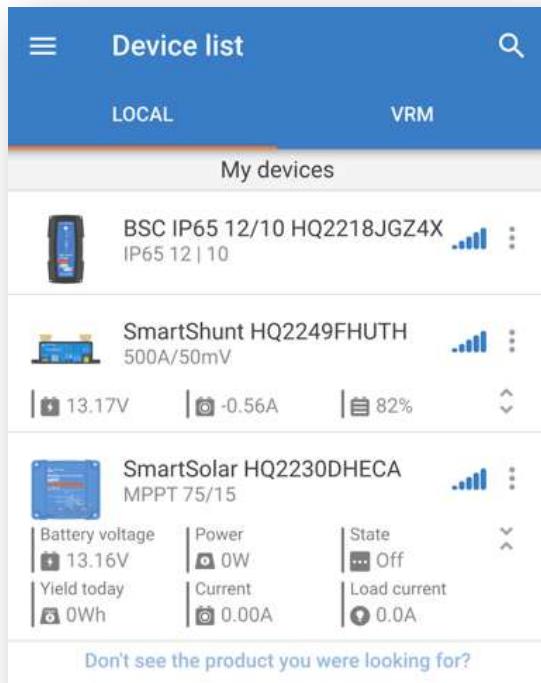


*Slika 9: Zgled aplikacije 2*

### 3.1 Mobilna aplikacija

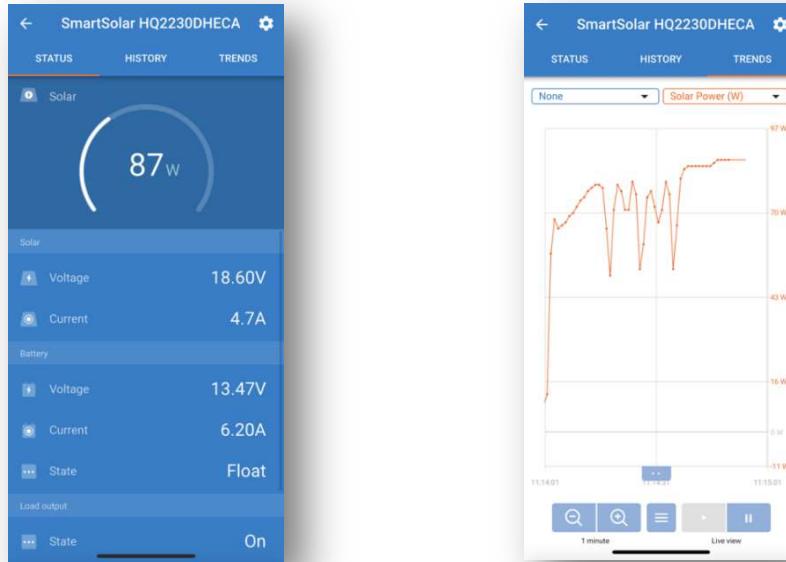
Victron Energy ne razvija samo naprav za sončne elektrarne, ampak razvija tudi aplikacije, ki nam omogočajo nadzor le-teh. In ta aplikacija se imenuje VictronConnect. Lahko jo prenesemo na mobilni telefon, tablico ali katero drugo pametno napravo.

Aplikacija je zelo preprosta za uporabo. Ob prihodu na začetno oz. uvodno stran se nam izpišejo vse razpoložljive naprave (*Slika 11: Uvodna stran aplikacije*).



*Slika 11: Uvodna stran aplikacije*

S preprostim pritiskom na izbrano napravo lahko vidimo vse njene parametre (*Slika 12: Parametri*), nastavite, zgodovino, lahko pa jo tudi posodobimo (*Slika 13: Graf aplikacije*).



*Slika 13: Parametri*

*Slika 12: Graf aplikacije*

### 3.2 Naše izkušnje in mnenje o aplikaciji

Aplikacijo smo tudi sami dobro preizkusili. Naredili smo kar nekaj poizkusov in meritev, s katerimi smo iskali možnosti za morebitne izboljšave projekta, katere vam bomo predstavili v nadaljevanju.

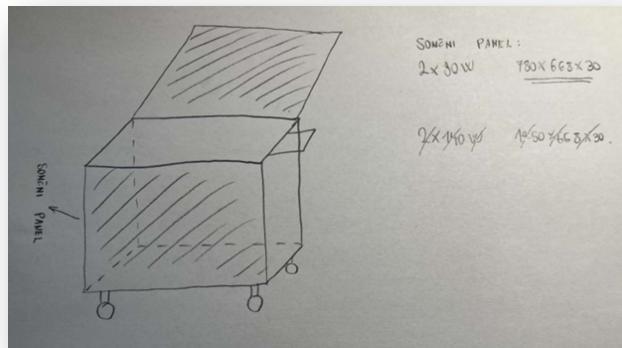
Aplikacija nam olajša kar nekaj stvari. Na njo se lahko popolnoma zanesemo. Med našim projektom smo neštetokrat spoznali, kako natančna in preprosta je za uporabo. Z njo lahko vsak dobi popoln nadzor in ji popolnoma zaupa.

(<https://www.victronenergy.si/>)

## 4. POTEK DELA IN NAČRTOVANJE

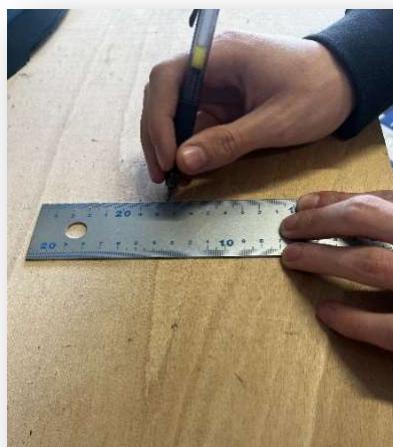
### 4.1 Načrtovanje

Preden smo začeli s projektom, smo se dogovorili, kakšna je lahko maksimalna velikost. To smo si najlažje določili s pomočjo skice (*Slika 14: Skica*).



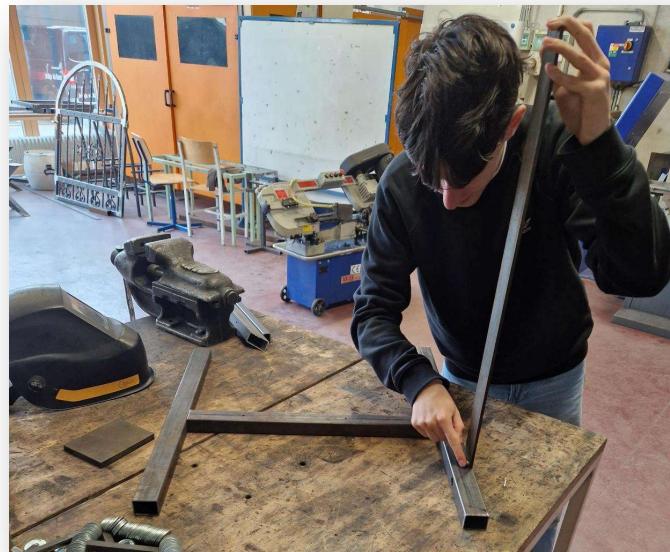
*Slika 14: Skica*

Glede na naše cilje in potrebe smo skrbno izbrali električne komponente, ki nam bodo omogočile vse, kar potrebujemo. Medtem ko smo čakali, da dobimo elemente, pa smo se lotili same osnove oz. ogrodja, ki je sestavljen iz železnega okvirja debeline 3 mm in lesene plošče (*Slika 15: Lesena plošča*).



*Slika 15: Lesena plošča*

Železno konstrukcijo smo naredili tako, da smo železne profile debeline 3 mm najprej zarisali (*Slika 16: Zarisovanje*) ter jih razrezali na primerno dolžino.



*Slika 16: Zarisovanje*

Enega izmed največjih izzivov pa nam je predstavljalo varjenje (*Slika 17: Varjenje*). S pomočjo varilnega aparata smo najprej naredili nekaj poskusnih zvarov, da smo osvojili to znanje. Nato smo del za delom varili in tako je nastajala konstrukcija.



*Slika 17: Varjenje*

Celotno konstrukcijo smo nato še prebarvali s črno barvo za kovino, ki bo preprečila rjavenje in s tem ohranila videz. Na železno konstrukcijo smo nato namestili tudi leseno ploščo in kolesa za lažji transport. Dodali smo še omarico in tako je nastala prva oblika našega izdelka.

Kar nekaj težav pa nam je povzročal sklop, s katerim smo na železno konstrukcijo pritrdirili sončna panela. Poskrbeti smo morali, da lahko nastavimo poljuben kot in s tem omogočimo maksimalno učinkovitost. Uporabili smo posebne rebraste podložke (*Slika 18: Rebrasta podložka*) in posebne vijke s katerimi lahko sedaj nastavljamo sončna panela.

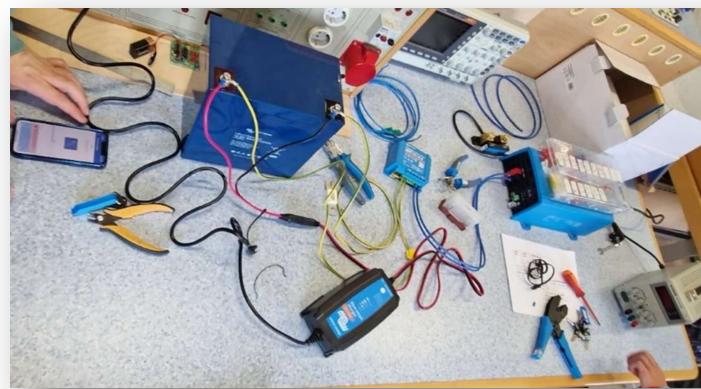


*Slika 18: Rebraste podložke*

## 4.2 Poizkusna vezava

Ko so elementi prispleli, pa smo začeli izdelovati vezalni načrt in načrtovali postavitve elementov.

Najprej smo poizkusno povezali baterijo in regulator polnjenja. Nato smo priključili še pretvornik ter polnilnik (*Slika 19: Poizkusna vezava*). Naprave so se takoj začele prikazovati na aplikaciji in že smo lahko spremljali prve podatke. Ker smo želeli predvsem videti, kako vse deluje, smo generator sestavili kar na mizi naše učilnice. Pri tem smo naleteli na težavo, in sicer je pretvornik med uporabo prenehal delovati. Nismo bili prepričani, za kakšno napako gre, naposled pa smo s pomočjo mobilne aplikacije ugotovili, da je bila baterija skoraj čisto izpraznjena, kar je povzročilo izklop pretvornika.



Slika 19: Poizkusna vezava

### 4.3 Sestavljanje

Naposled smo lahko začeli s sestavljanjem generatorja. V plastična vratca omarice smo naredili tri velike luknje (*Slika 20: Vrtanje*), v katere smo namestili dve vtičnici in glavno stikalo.

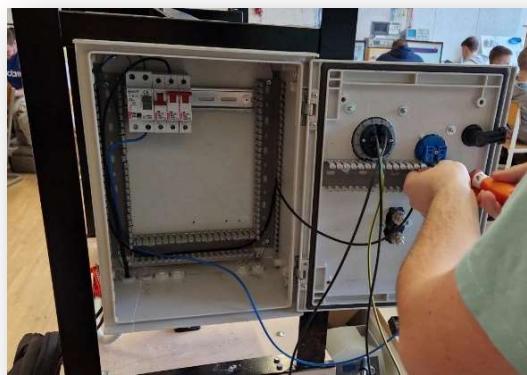


Slika 20: Vrtanje

Ko smo imeli že vse pripravljeno, smo pričeli z vezavo elektro omarice (*Slika 21: Vezava električne omarice*). Pazili smo na prerez vodnikov in tok, ki bo tekel po njih (*Slika 22: Električna omarica*).



Slika 22: Električna omarica



Slika 21: Vezava električne omarice

Nadaljevali smo tako, da smo vse elemente razporedili po leseni plošči in tako smo najbolje izkoristili ponujeni prostor (Slika 23: Postavitev).



Slika 23: Postavitev

Nastajati je začela končna podoba (Slika 24: Zaključek vezave).



*Slika 24: Zaključek vezave*

V zadnjih korakih smo dodali še štiri 10 W reflektorje, ki smo jih pritrdili na železni profil in konstrukcijo (*Slika 25: Reflektorji*).



*Slika 25: Reflektorji*

#### 4.4 Končna podoba

Ko smo namestili sončna panela, je bil generator pripravljen za uporabo. Vsi elementi se lepo podajo v konstrukcijo in tudi teža je sprejemljiva. V njem smo uporabili vse zgoraj omenjene elemente.

Naš namen o uporabnosti je dosežen (*Slika 26: Končna podoba*).



*Slika 26: Končna podoba*

## 5 MERITVE TER SPECIFIKACIJE

### 5.1 Merjenje pridobljene moči s sončnimi paneli

Eden izmed najbolj pomembnih delov te projektne naloge so bile meritve in optimizacija projekta. Cilj teh meritev je bil, da bi raziskovali, kako različni koti sončnih panelov vplivajo na proizvajanje električne energije.

Pri meritvah smo poskrbeli, da so bili sončni paneli očiščeni in da smo meritve izpeljevali na sončen dan, saj smo tako pridobili najbolj realne meritve.

Meritve smo izvajali ob 13:00 uri, saj so bili takrat pogoji optimalni, jasno vreme z močnim soncem. Najprej smo sončne panele usmerili proti soncu, potem smo vsake 3 sekunde zabeležili rezultate meritve.

#### 5.1.1 Meritev sončnih panelov pod kotom $45^\circ$

Sončne panele smo nastavili na  $45^\circ$  kot (*Slika 27: Sončni paneli kot  $45^\circ$* ), pridobivali smo 75 % izkoristek panelov, kar je bilo več kot dovolj, da se baterija polni.



*Slika 27: Sončni paneli kot  $45^\circ$*

### 5.1.2 Meritev sončnih panelov pod kotom $90^\circ$

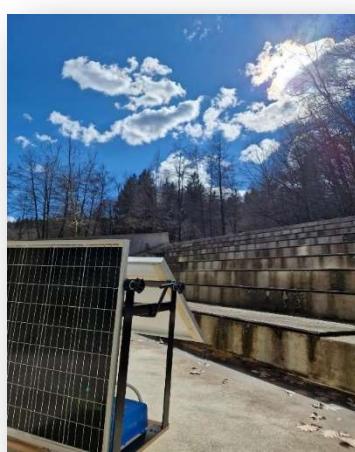
Sončna panela smo postavili vzporedno s tlemi (*Slika 28: Sončni paneli – vodoravnega položaja*) tako, da sta gledala naravnost v nebo. Predvidevali smo, da bi na takšen način lahko imeli večji izkoristek, ampak smo po meritvah ugotovili, da smo imeli 64 % izkoristek, kar je za 11 % manj, kljub slabšemu izkoristku je to še vedno dovolj za polnjenje baterije.



*Slika 28: Sončni paneli - vodoraven položaj*

### 5.1.3 Meritev sončnih panelov pod kotom $35^\circ$

Tretja in zadnja meritev pa je bila preizkus, kolikšen izkoristek ima 1 sončni panel, to smo storili tako, da smo eno stran spustili in jo usmerili stran od sonca, drugi panel pa ponovno nastavili na  $35^\circ$  kot (*Slika 29: Sončni panel -  $35^\circ$* ). Izkoristek ene same 90 W panele je bil 82 %, kar je bilo dovolj, da se baterija polni na en sam sončni panel.

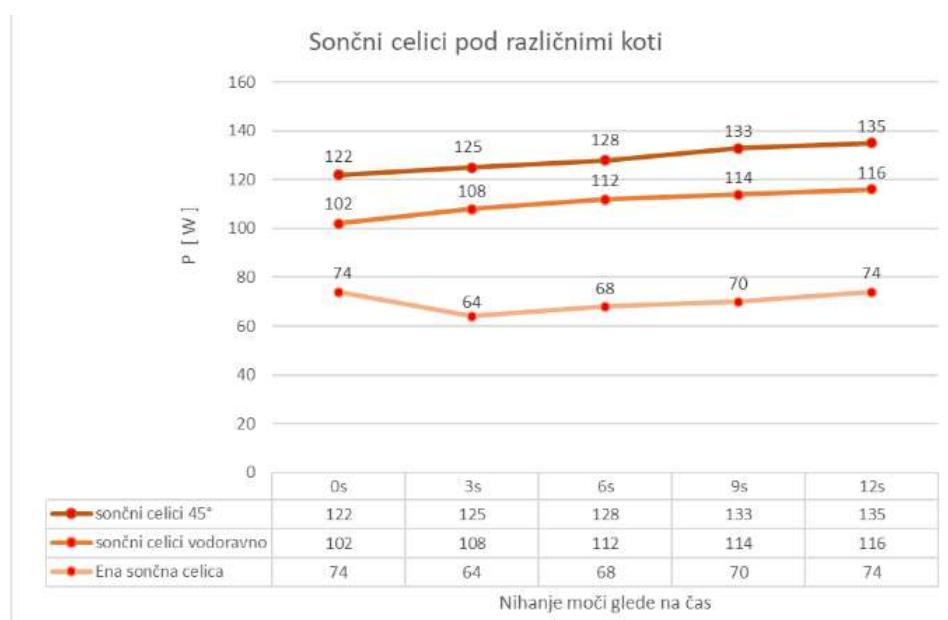


*Slika 29: Sončni paneli kot  $35^\circ$*

## 5.2 Interpretacija meritev pridobljene moči

Pri meritvah smo ugotovili, da smo pri kotu  $45^\circ$  dobili največ moči, kar 135 W. Presenetilo nas je, da sta v vodoravnem položaju proizvajali 19 W manj. Kot pričakovano smo iz ene sončne celice, ki je bila pod kotom  $35^\circ$  dobili samo 74 W. S pomočjo meritev smo ugotovili, da je kot sončnih celic izrednega pomena in da je najboljši kot  $45^\circ$ .

Pridobljene podatke smo vstavili v tabelo (*Tabela 30: Tabela meritev*):



*Slika 30: Tabela meritev*

## 5.3 Izračuni izkoristkov sončnih panelov

Pri projektu smo uporabili dva 90 W sončna panela. Če bi izkoristek bil 100 %, bi proizvajali 180 W, ker pa v naravi nikoli ne moremo pridobiti idealnega izkoristka, smo ga izračunali:

### 5.3.1 Izračun izkoristka pri proizvodu 135 W

Izračunali smo izkoristek sončnih panelov, ki so oddajali 135 W, tako da smo to vrednost zmnožili s 100 % ter delili z maksimalno možno proizvedeno močjo panelov, ki je 180 W.

180 W...100 %

135 W...X %

$$\frac{(135 \text{ W} \times 100)}{180 \text{ W}} = 75 \%$$

### 5.3.2 Izračun izkoristka pri proizvodu 116 W

Izračunali smo izkoristek sončnih panelov, ki so oddajali 116 W, tako da smo to vrednost zmnožili s 100 % ter delili z maksimalno možno proizvedeno močjo panelov, ki je 180 W.

180 W...100 %

116 W...X %

$$\frac{(116 \text{ W} \times 100)}{180 \text{ W}} = 64 \%$$

### 5.3.3 Izračun izkoristka pri proizvodu 74 W

Izračunali smo izkoristek sončnega panela, ki je oddajal 74 W, tako da smo to vrednost zmnožili s 100 % ter delili z maksimalno možno proizvedeno močjo panela, ki je 90 W.

90 W...100 %

74 W...X %

$$\frac{(74 \text{ W} \times 100)}{90 \text{ W}} = 82 \%$$

## 5.4 Interpretacija izkoristka

Izračunali smo tudi izkoristek, ki pa je bil največji pri sončnem panelu pri  $35^\circ$ , znašal je 82 %. Izkoristek dveh sončnih panelov pri  $45^\circ$  je bil 75 %, 64 % izkoristek pa smo dosegli pri vodoravnem položaju sončnih panelov. Naša ugotovitev je, da je idealni kot sončnih panelov  $45^\circ$ .

## 5.5 Predviden čas polnjenja

Pomanjkljivost našega projekta je čas polnjenja same baterije, saj je to edina ovira za dolgoročno in redno uporabo izdelka, zato smo izračunali, koliko časa je potrebno, da baterijo napolnimo iz 20 % do 100 % kapacitete, za to smo naredili dva različna izračuna, enega s polnjenjem preko pametnega polnilnika Blue Smart IP65, drugega pa preko sončnih panelov.

**To smo izračunali s sledečimi podatki:**

- sončna panela  $2 \times 90\text{ W} = 180\text{ W}$
- litij-ionska baterija 12,8 V 60 Ah 768 Wh

Baterijo smo morali napolniti za 80 % oz. za 614,4 Wh.

Ker imamo dva sončna panela po 90 W moči, smo ti dve vrednosti sešteli in dobili 180 W.

Nato pa smo izračunali čas polnjenja po enačbi:

$$t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{614,4\text{ Wh}}{180\text{ W}}$$

$$t = 3,4\text{ h}$$

**Sledi izračun, kako dolgo bi polnili baterijo preko polnilnika:**

Najprej smo morali izračunati moč polnilnika s pomočjo enačbe  $P = U \times I$  :

$$P = U \times I$$

$$P = 12\text{ V} \times 10\text{ A}$$

$$P = 120\text{ W}$$

Izračun časa:

$$t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{614,1 \text{ Wh}}{120 \text{ W}}$$

$$t = 5,1 \text{ h}$$

## 5.6 Realni čas polnjenja

Pri računanju predvidenega časa polnjenja smo uporabili idealni izkoristek sončnih panelov 180 W. Zavedamo se, da je to v realnih razmerah skoraj nemogoče, zato smo pri meritvah pridobili maksimalno moč 135 W pri panelih pod  $45^\circ$  kotom, kar je bila naša največja izmerjena vrednost, zato bomo v nadaljevanju izračunali realni čas polnjenja. Pri tem bomo uporabili vse tri meritve. Baterijo bomo tudi v tem primeru napolnili za 80 %, oziroma za 614,4 Wh.

Seveda pa je vse odvisno od jakosti sonca, lege, vremena in tako naprej.

### 5.6.1 Čas polnjenja pri izkoristku 135 W

Izračunali smo sledeči čas z enačbo  $t = \frac{E}{P}$ , v katero smo vnesli že pridobljene podatke.

$$t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{614,4 \text{ Wh}}{135 \text{ W}}$$

$$t = 4,5 \text{ h}$$

### 5.6.2 Čas polnjenja pri izkoristku 116 W

Izračunali smo sledeči čas z enačbo  $t = \frac{E}{P}$ , v katero smo vnesli že pridobljene podatke.

$$t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{614,4 \text{ Wh}}{116 \text{ W}}$$

$$t = 5,2 \text{ h}$$

### 5.6.3 Čas polnjenja pri izkoristku 74 W

Izračunali smo sledeči čas z enačbo  $t = \frac{E}{P}$  v katero smo vnesli že pridobljene podatke.

$$t = \frac{E}{P}$$

$$t = \frac{614,4 \text{ Wh}}{74 \text{ W}} = 8,3 \text{ h}$$

$$t = 8,3 \text{ h}$$

## 5.7 Interpretacija časa polnjenja

Pri računanju časa polnjenja smo računali na dva različna dela. Prvi del nam je predstavljal predvideni čas polnjenja, ki bi bil čas v idealnih okoliščinah. V tem primeru bi baterijo z 20 % napolnili na 100 %. S sončnima paneloma bi potrebovali približno 3,4 h. Če pa bi želeli baterijo napolniti s pomočjo polnilnika, pa bi jo polnili 5,1 h.

Ker pa seveda maksimalnega izkoristka skoraj ni mogoče doseči, smo izračunali še, kako dolgo bi se baterija polnila pri izkoristkih, ki smo jih dobili pri meritvah.

Pri izkoristku 135 W bi se baterija polnila 4,5 h, kar tudi predstavlja realni čas polnjenja. Pri izkoristku 116 W bi se polnila 5,2 h, pri izkoristku 74 W pa kar 8,3 h.

## 6 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo dosegli to, kar smo zastavili, seveda pa naš cilj ni bil samo izdelava solarnega agregata, temveč tudi spoznavanje novih področij, materialov in tehnik. Ob izdelavi smo se naučili mnogo novih tehnik, ki nam bodo koristile skozi celotno šolanje in tudi v življenju. Naučili smo se variti, rezati, vrtati, barvati itn. Spoznali smo, da ne gre vedno tako, kot smo si zamislili, temveč se srečamo tudi z mnogimi preprekami, ki pa jih moramo rešiti. Zavedamo se, da naš projekt ni popoln, ima možnosti za izboljšave, ampak kar sam narediš ima največjo vrednost in tega se seveda zavedamo. V naši ekipi smo neizmerno ponosni, da smo izdelali ta projekt, ki bo mogoče vsaj malo pripomogel k ohranjanju našega planeta. Je pa tudi zelo dobra osnova za nekaj veliko večjega. Prišli smo do spoznanja, da se učimo prav na vsakem koraku in ugotovili smo, da je idejo veliko težje uresničiti kot pa zasnovati. Za končni izdelek smo potrebovali več časa kot smo sprva predvidevali, predvsem na izdelavi konstrukcije.

Prikazali smo, kako priti do bolj zelene električne energije, ki je ključnega pomena za prihodnost našega planeta. Naredili smo izdelek, ki je preprost za uporabo in varen za uporabnika.

Izdelek je učinkovit, kakovosten in izpolnjuje naša pričakovanja in seveda zastavljene cilje. Ekonomski analiza te projektne naloge ni zadovoljila naših pričakovanj, saj je ena izmed naših hipotez bila, da bi ustvarili cenovno ugodni izdelek.

Cene porabljenega materiala so bile sledeče:

- MPPT regulator polnjenja, 83 €
- Akumulator, 355 €
- sončni panel 2x, 138 €
- varovalka, 3 €
- inverter, 220 €
- drobni material, 150 €

Skupna vsota materiala je 950 €.

Zastavili smo si hipoteze, na katere smo pridobili sledeče odgovore:

- Brezplačna aplikacija, **Da**
- najugodnejši kot sončnih panelov je  $45^\circ$ , **Da**
- ugodna cena, **Ne**
- samooskrba, **Da** in **Ne**
- ustvariti mobilni izdelek, **Da**
- varno za okolje, **Da**
- postavitev panelov vpliva na čas polnjenja baterije, **Da**
- uporaba v vsakem vremenu. **Ne**

## 7 VIRI IN LITERATURA

- Victron Energy, <https://www.victronenergy.si/>
- Amp-solar, [https://www.amp-solar.com/razlika\\_pwm\\_mppt](https://www.amp-solar.com/razlika_pwm_mppt)
- Jungheinrich, <https://www.jungheinrich.si/blog/litij-ionska-ali-kislinska-baterija-za-va%C5%A1ili%C4%8Dar-1314102>
- Solarni paneli, [https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna\\_celica](https://sl.wikipedia.org/wiki/Son%C4%8Dna_celica)
- Pametni polnilnik, <https://www.victronenergy.si/chargers/blue-smart-ip65-charger>
- Pretvornik, <https://www.victronenergy.si/inverters/phoenix-inverter-vedirect-250va-800va>
- Pametni upornik, <https://www.victronenergy.com/battery-monitors/smart-battery-shunt#pd-nav-image>
- Reflektorji, <https://blisk-svetila.si/Reflektor-LED-10W-IP65-Osram-Ledvance-crn-3000K-4000K>