

# Izrada modela eko fontane

---

**Kober, Dominik**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic of Međimurje in Čakovec / Međimursko veleučilište u Čakovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:110:221753>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Polytechnic of Međimurje in Čakovec Repository -  
Polytechnic of Međimurje Undergraduate and  
Graduate Theses Repository](#)





MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU  
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ RAČUNARSTVA

**Dominik Kober, 0313026762**

**Izrada modela eko fontane**

Završni rad

Čakovec, rujan 2024.



MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU  
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ RAČUNARSTVA

**Dominik Kober, 0313026762**

**Izrada modela eko fontane**

**Making a model of an eco fountain**

Završni rad

Mentor:  
mr. sc. Željko Knok

Čakovec, rujan 2024.



## MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

### PRIJAVA TEME I OBRANE ZAVRŠNOG/DIPLOMSKOG RADA

Stručni prijediplomski studij:

Računarstvo       Održivi razvoj       Menadžment turizma i sporta

Stručni diplomski studij Menadžment turizma i sporta:

Pristupnik: Dominik Kober, JMBAG: 0313026762  
(ime i prezime)

Kolegij: Baze podataka I  
(na kojem se piše rad)

Mentor: mr.sc. Željko Knok  
(ime i prezime, zvanje)

Naslov rada: Izrada modela eko fontane

Naslov rada na engleskom jeziku: Making a model of an eco fountain

Članovi povjerenstva: 1. mr.sc. Ivan Hegeduš, predsjednik  
(ime i prezime, zvanje)  
2. Nenad Breslauer, v.pred., član  
(ime i prezime, zvanje)  
3. mr.sc. Željko Knok, mentor  
(ime i prezime, zvanje)  
4. Marija Miščančuk, v.pred., zamjenski član  
(ime i prezime, zvanje)

Broj zadatka: 2023-RAC-6

Kratki opis zadatka: \_\_\_\_\_

Predstaviti inovativan pristup kombinirajući 3D modeliranje, tehnologije vjetroturbina i solarnih panela kako bi se stvorila održiva i ekološki osviještena fontana. Uključivanje vjetroelektrane u dizajn pridonosi autonomnosti sustava, koristeći obnovljiv izvor energije za pokretanje fontane. Također, solarni paneli dodaju dodatni sloj održivosti, puneći baterije koje dalje napajaju motor fontane. Svi ovi dijelovi će biti povezani na mikrokontroler ESP32, omogućujući pametno upravljanje fontanom i efikasnu distribuciju energije. Alati: CAD programe, UltimakerCura za g-code, 3D printer. Uz taj rad potrebno je poznavanje osnovne elektrotehnike.

Datum: 5.9.2024.

Potpis mentora: Željko Knok

## **Predgovor**

Izrada ovog završnog rada rezultat je višegodišnjeg interesa za teme povezane s obnovljivim izvorima energije, koje su započele još tijekom mog srednjoškolskog obrazovanja. Tada sam imao priliku istraživati vjetroturbine, što me motiviralo za daljnje proučavanje srodnih tema. U suradnji sa svojim mentorom, profesorom Željkom Knokom, došli smo do zanimljive teme Eko fontana, koja je postala fokus ovog rada. Želim izraziti iskrenu zahvalnost svom mentoru, profesoru Knoku, na uloženom trudu, strpljenju i prenesenom znanju. Također, zahvaljujem svim ostalim profesorima koji su pridonijeli mom obrazovanju i razvoju tijekom studija. Posebnu zahvalu upućujem svojoj djevojci Dorotei, koja je bila neprekidna podrška kroz cijelo moje studiranje. Njena motivacija i vjera u mene potaknule su me da nastavim i u trenucima kada je bilo najteže. Zahvalan sam i svojim roditeljima, kao i roditeljima svoje djevojke, na njihovoj stalnoj podršci i razumijevanju. Stricu bih želio zahvaliti na ohrabrivanju, koje mi je mnogo značilo. Ne mogu zaboraviti ni svoje kolege, koji su mi bili oslonac i pomoć u učenju. Posebno bih istaknuo kolegu Nikolu, čija su nesebična pomoć i objašnjenja bili od neprocjenjive vrijednosti tijekom cijelog studija. Bez svih ovih ljudi, put do završetka ovog rada bio bi daleko teži.

## Sažetak

Održivi razvoj postaje sve važniji u suvremenom društvu, a inovativni pristupi koji kombiniraju tehnologiju i ekološku svijest, poput ekoloških fontana, pružaju nove mogućnosti za smanjenje utjecaja na okoliš. Ekološke fontane predstavljaju suvremeni fenomen u održivom razvoju, s naglaskom na smanjenje negativnih utjecaja na okoliš unutar urbanih područja. Cilj ovog završnog rada je dizajnirati i izraditi prototip eko fontane koja energiju za napajanje crpi iz obnovljivih izvora energije, poput vjetroturbine i solarnog panela. U radu je opisan postupak izrade modela fontane, pri čemu se spominje korištenje 3D ispisa za izradu komponenti te uporaba dijelova poput DC motora, regulatora napona, razvojne pločice ESP32 i litij-ionskih baterija. Ovaj rad detaljno raspravlja o izboru i primjeni elektroničkih komponenti, kao što su ESP32, OLED zaslon i INA219 senzor, te kako one doprinose učinkovitom nadzoru i upravljanju sustavom. Nadalje, u radu je uključen pregled literature o vjetroturbinama, solarnim panelima i 3D ispisu, zajedno s detaljnim opisom montaže i programiranja komponenti. Ovaj rad može znatno doprinijeti daljnjim istraživanjima i praktičnim projektima koji u interesu imaju očuvanje okoliša i uštedu energije, predstavljajući stvarni primjer održivog dizajna u praksi.

**Ključne riječi:** *održivi razvoj, obnovljivi izvori energije, eko fontana, 3D ispis, elektroničke komponente*

## **Abstract**

Sustainable development is becoming increasingly important in modern society, and innovative approaches that combine technology and environmental awareness, such as eco-friendly fountains, offer new opportunities for reducing environmental impact. Eco-friendly fountains represent a contemporary phenomenon in sustainable development, with a focus on minimizing negative environmental effects within urban areas. The aim of this thesis is to design and construct a prototype eco-friendly fountain that draws power from renewable energy sources, such as a wind turbine and solar panel. The thesis describes the process of creating the fountain model, mentioning the use of 3D printing for component fabrication and the application of parts like a DC motor, voltage regulator, ESP32 development board, and lithium-ion batteries. This work discusses in detail the selection and application of electronic components, such as the ESP32, OLED display, and INA219 sensor, and how they contribute to efficient system monitoring and management. Furthermore, the thesis includes a literature review on wind turbines, solar panels, and 3D printing, along with a detailed description of component assembly and programming. This thesis can significantly contribute to further research and practical projects focused on environmental preservation and energy savings, presenting a real example of sustainable design in practice.

**Keywords:** *sustainable development, renewable energy sources, eco-friendly fountain, 3D printing, electronic components*

## Popis korištenih kratica

**3D** - Three dimensional

**IEA** - Međunarodna agencija za energiju

**MW** - megavat

**HOPS** - Hrvatski operator prijenosnog sustava

**RH** - Republika Hrvatska

**kW** - kilovat

**CAD** - Computer-Aided Design

**SLS** - Selektivno Lasersko Sinteriranje

**SLA** - Stereo litografija

**FDM** - Fuzijsko Taljenje Materijala

**DLP** - Digitalno Svjetlosno Procesiranje

**UV** - Ultraviolet

**PLA** - Polilaktična kiselina

**PETG** - Polietilen Tereftalat

**TPE** - termoplastični elastomer

**OLED** - Organic Light Emitting Diode

**IoT** - Internet of Things

**USB** - Universal Serial Bus

**V** - vat

**LED** - Light Emitting Diode

**SPI** - Serial Peripheral Interface

**DC** - Direct current

**Li-ion** - lithium ion

**LiPo** - lithium polymer

**IC** - integrirani krug

**CC** - konstantna struja

**CV** - konstantni napon

**RPM** - revolution per minute

**mAh** - MilliAmpere hour

**IP** - Internet protocol

**AP** - Access Point



# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.2. Vjetroelektrane .....	3
2.2.1. Vjetroturbine .....	3
2.2.2. Vjetroelektrane u Hrvatskoj .....	4
2.3. Solarni (fotonaponski) paneli .....	5
2.3.1. Solarni sustav u Hrvatskoj.....	6
2.4. 3D ispis.....	7
2.4.1. Strojevi za 3D ispis .....	8
2.4.2. Materijali .....	9
2.4.3. Softver .....	9
3. PRAKTIČNI DIO .....	11
3.1. Dijelovi i komponente.....	11
3.1.1. ESP32 i nadzor sistema .....	11
3.1.2. OLED zaslon .....	12
3.1.3. LM2596 regulator napona .....	13
3.1.4. CN6009 .....	14
3.1.5. TP4056 .....	15
3.1.6. 1N5819 .....	16
3.1.7. INA219 DC Current Sensor .....	17
3.1.8. DC motor 6V 130 RPM.....	18
3.1.9. Litij-ionske baterije US18650 .....	18
3.1.10. Kondenzatori .....	19
3.1.11. 103 500V keramički kondenzator.....	20
3.1.12. Vjetroturbina .....	20
3.1.13. Solarni panel.....	22
3.1.14. Fontana .....	23
3.1.15. Vodena peristaltička pumpa.....	24
3.1.16. Eksperimentalne pločice .....	24
3.2. Modeliranje i 3D ispisivanje .....	25
3.2.1. Modeliranje .....	25
3.2.2. 3D ispis i izrada.....	26
3.3. Spajanje komponenti i programiranje .....	28
3.3.1. Spajanje komponenti .....	28

3.3.2. Programiranje .....	29
4. ZAKLJUČAK .....	37
Izjava o autorstvu .....	38
Literatura .....	39
Popis slika .....	40
Popis kodova .....	41

## 1. UVOD

Ekološke fontane, poznate i kao održive ili zelene fontane, privukle su značajnu pažnju u posljednjih nekoliko godina zbog svojih ekoloških koristi i estetskog izgleda. Ove inovativne vodene strukture dizajnirane su s ciljem održivosti, uključujući obnovljive izvore energije i mehanizme za uštedu vode kako bi se minimizirao utjecaj na okoliš. U ovom radu bit će opisan proces izrade modela eko fontane koju pokreće struja dobivena proizvodnjom energije u vjetroturbini i solarnom panelu.

Sam model fontane i vjetroelektrane ispisan je pomoću nekonvencionalnih postupaka obrade, odnosno 3D ispisivanjem. Modeli su preuzeti na besplatnoj web stranici *Thingiverse.com*. Ostali dijelovi poput DC motora, regulatora napona, razvojne pločice ESP32, baterije i solarnog panela naručeni su na stranici *Ali Express*.

Svrha ovog završnog rada je istražiti, analizirati i predstaviti proces dizajniranja i izgradnje ekološke fontane kao primjera održivog razvoja. Također, svrha je istaknuti ulogu ekoloških fontana u promicanju svijesti o održivosti, potičući daljnju inovaciju i uštedu električne energije proizvedenu obnovljivim izvorima. Kroz istraživanje principa održivog dizajna i razvoj konceptualnog okvira za modeliranje, rad ima za cilj pokazati kako takve fontane mogu doprinijeti smanjenju negativnog utjecaja na okoliš u urbanim sredinama.

## 2. PREGLED LITERATURE

Osnovno polazište svakog istraživanja, pa tako i ovog je istraživanje relevantne literature. Prikupljanje i selekcija relevantnih informacija neophodno je zbog lakšeg razumijevanja i obrade teme te služi za pripremu istraživanja kako bi se temeljem tih informacija napravili temelji na kojima se gradi daljnje istraživanje.

Kako je ovaj završni rad baziran na dizajniranju eko fontane koju pokreću obnovljivi izvori energije, literatura se u prvu ruku ticala radova koji problematiziraju upravo istraživanja o obnovljivim izvorima energije, vjetroelektranama i solarnim panelima.

Zatim, literatura se u znatnoj mjeri dotiče i 3D ispisa jer upravo tim postupkom bit će proizvedena većina dijelova (vjetroturbina i fontana) ovog završnog rada.

Korišteni su različiti izvori (znanstveni članci, zbornici radova, knjige, diplomski radovi) te je tako strukturiran sljedeći teorijski okvir.

### 2.1. Obnovljivi izvori energije

Definicija obnovljive energije uglavnom je nesporna i postoji široko slaganje o tome što se smatra obnovljivom energijom. Međunarodna agencija za energiju (IEA) definira obnovljivu energiju kao "energiju dobivenu iz prirodnih procesa koji se obnavljaju brže nego što se troše", a kao primjere obnovljive energije spominje solarnu energiju, vjetar, geotermalnu energiju, hidro i biomasu. Europska unija uključuje vjetar, solarnu energiju, hidroenergiju i energiju plime, geotermalnu energiju, biogoriva i obnovljivi dio otpada kao obnovljivu energiju u svoje statističko računovodstvo (Harjanne i Korhonen 2019).

Izraz "obnovljiva energija" je energija dobivena iz širokog spektra resursa, a svi se temelje na samoobnovljivim izvorima energije kao što su sunčeva svjetlost, vjetar, tekuća voda, unutarnja toplina Zemlje i biomasa kao što su energetske usjevi, poljoprivredni i industrijskog i komunalnog otpada. Ti se resursi mogu koristiti za proizvodnju električne energije za sve gospodarske sektore, goriva za prijevoz i topline za zgrade i industrijske procese.

Tehnologije obnovljivih izvora energije nude važne prednosti u usporedbi s konvencionalnim izvorima energije. Obnovljivi izvori energije su u izobilju. U cijelom svijetu, 1000 puta više

energije dopiye na površinu Zemlje od sunca nego što se danas oslobađa svim potrošenim fosilnim gorivima.

Slično fosilnim gorivima, obnovljivi izvori energije nisu ravnomjerno raspoređeni u svijetu. Međutim, svaka regija ima neki obnovljivi izvor energije. Budući da se različiti obnovljivi izvori energije međusobno nadopunjuju, uzeti zajedno mogu značajno doprinijeti energetske sigurnosti i regionalnom razvoju svake nacije svijeta, bez ovisnosti o stranim izvorima energije koji su podložni političkoj nestabilnosti ili manipulaciji.

Sustavi obnovljive energije stvaraju malo ili nimalo otpada ili zagađivači koji doprinose kiseloj kiši, urbanom smogu i zdravstvenih problema i ne zahtijevaju čišćenje okoliša troškove ili naknade za zbrinjavanje otpada. Potencijalne globalne klimatske promjene, uzrokovana viškom ugljičnog dioksida i drugih plinova u atmosfera, najnovija je ekološka briga; sustava korištenje izvora sunca, vjetra i geotermalne energije ne doprinosi bilo kakav ugljikov dioksid u atmosferu (Bull 2001).

Iako energiju sunca i vjetra čovječanstvo koristi tisućljećima, suvremene primjene tehnologija obnovljivih izvora energije ozbiljno se razvijaju tek 20-ak godina.

## **2.2. Vjetroelektrane**

S obzirom na napredak tehnologije, ekonomsku isplativost i visoku učinkovitost, vjetar se čini najperspektivnijim izvorom energije za budućnost. Istovremeno, već je značajan izvor električne energije u sadašnjosti.

Vjetroelektrane se, uz solarne panele, vode kao najjeftiniji izvori energije, no nije u potpunosti tako. Vjetar je besplatan, ali, nažalost, vjetroelektrane nisu. Štoviše, s vremena na vrijeme, strojevi za vjetar se pokvare. Stoga ih je potrebno popraviti, što može stajati znatnu količinu novca. Isto tako, oni stvaraju troškove rada i redovnog održavanja (Le Gourieres 2014).

### **2.2.1. Vjetroturbine**

Danas se koristi širok izbor tehnologija vjetroturbina. Tipične vjetroelektrane sastoje se od stotina turbina, a obično sve koriste istu tehnologiju. Te se tehnologije razlikuju po cijeni, složenosti, učinkovitosti ekstrakcije energije vjetra i korištenoj opremi. Tipična vjetroturbina koristi sklop rotora s lopaticom i glavčinom za izvlačenje energije iz vjetra, zupčanik za povećanje brzine osovine na rotoru koji se sporo okreće na veće brzine potrebne za pogon

generatora, i indukcijski generator kao elektromehanički uređaj za pretvorbu energije (Singh i Santoso 2011).

Vjetroturbine su klasificirane u četiri osnovna tipa:

Tip 1: Vjetroturbine fiksne brzine

Tip 2: Vjetroturbine s promjenjivim klizanjem

Tip 3: Vjetroturbine s indukcijskim generatorom s dvostrukim napajanjem

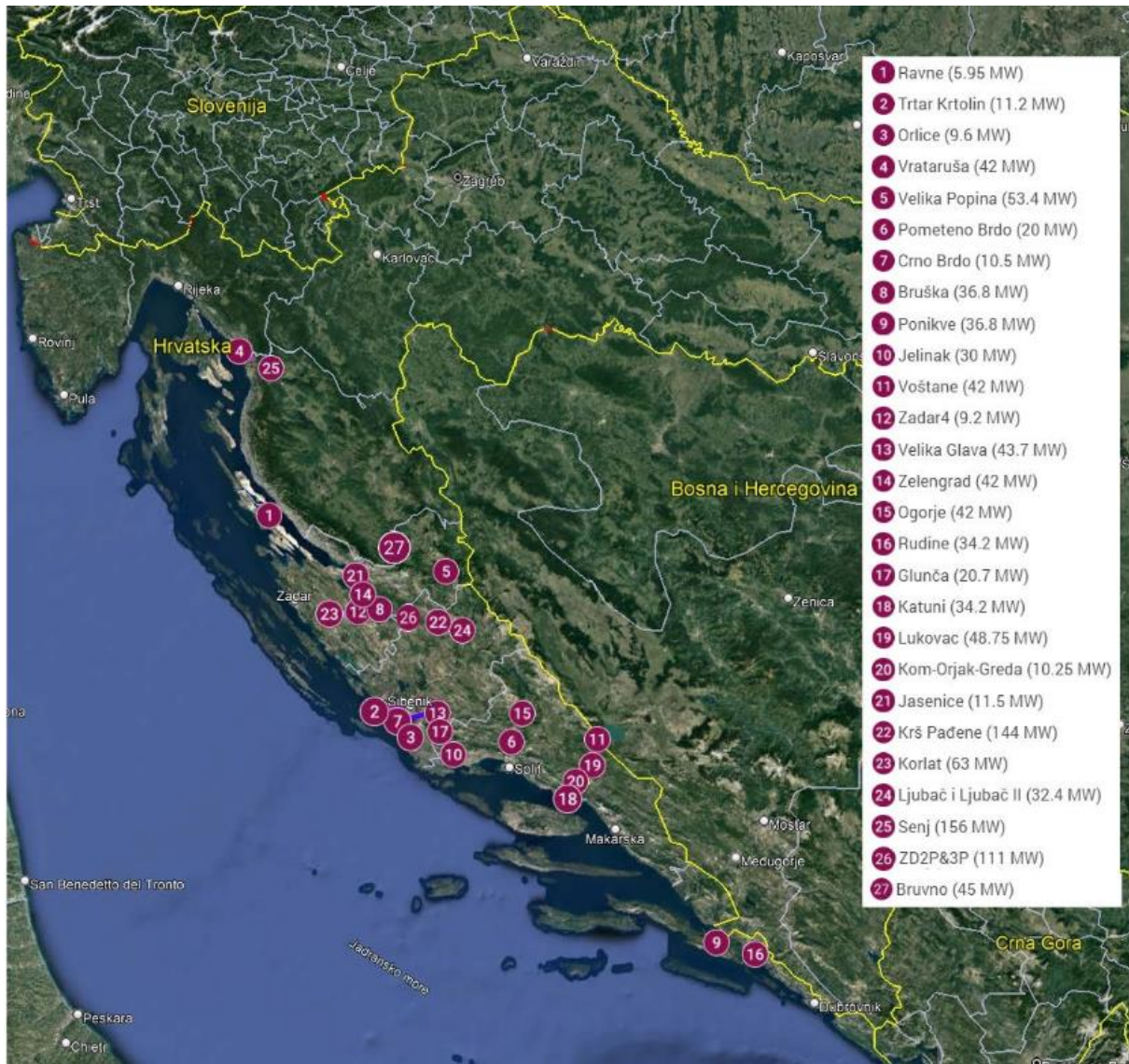
Tip 4: Vjetroturbine s punim pretvaračem (Singh i Santoso 2011).

Vjetroturbine koje se koriste za proizvodnju električne energije općenito su strojevi velike brzine s dvije ili tri lopatice iz sljedećih razloga: pri jednakom promjeru, vjetroelektrane velike brzine su lakše, stoga jeftinije od onih sporih. One se rotiraju većom brzinom, stoga je potreban prijenosni omjer manji. Posljedično, stepenasti prijenos je lakši (Le Gourieres 2014).

### **2.2.2. Vjetroelektrane u Hrvatskoj**

U siječnju 2024. godine je u Hrvatskoj u redovnom pogonu bilo 25 vjetroelektrana, s ukupno instaliranom snagom od 834,15 MW i odobrenom snagom priključenja u iznosu od 824,85 MW. U probnom pogonu / izgradnji bile su još 3 vjetroelektrane, ukupne instalirane snage od 326 MW, a ukupno odobrene priključne snage 312 MW. Najviše vjetroelektrana smješteno je na lokacijama u Šibensko-kninskoj županiji (9), Zadarskoj županiji (7+2 u pokusnom radu), Splitsko-dalmatinskoj županiji (6), Dubrovačko-neretvanskoj županiji (2) i Ličko-senjskoj županiji (1+1 u pokusnom radu) (HOPS 2024, <https://tinyurl.com/2avwakmb>, pristup: 11.4.2024.).

Slika 1 Lokacije vjetroelektrana u Hrvatskoj



Izvor: HOPS. (2024): *Mjesečni izvještaj o proizvodnji vjetroelektrana u Hrvatskoj – siječanj*, Hrvatski operator prijenosnog sustava d.d., Zagreb, str. 7. <https://tinyurl.com/2avwakmb> (pristup 11.4.2024.)

### 2.3. Solarni (fotonaponski) paneli

Uz energiju koja će biti dobivena pomoću vjetroelektrane, za pokretanje ove eko fontane korišten je i solarni panel.

Fotonaponski uređaji koriste poluvodičke materijale kao što je silicij za pretvaranje sunčeve svjetlosti u električnu energiju. Ne sadrže pokretne dijelove i ne proizvode emisije tijekom rada. Izuzetno modularni, fotonaponski uređaji mogu se koristiti u malim ćelijama, panelima i

nizovima. Fotonaponski sustavi zahtijevaju malo servisiranja ili održavanja i imaju uobičajeni životni vijek od oko 20 godina (Bull 2001).

### **2.3.1. Solarni sustav u Hrvatskoj**

Korištenje solarne energije u RH je trenutno slabije u usporedbi s drugim obnovljivim izvorima energije. Prema podacima iz 2013., ukupna instalirana snaga fotonaponskih sustava iznosi 19.5 MW, što je znatno manje od energije vjetra s najvećom instaliranom snagom od 254.3 MW. Snaga autonomnih fotonaponskih sustava koji opskrbljuju električnom energijom objekte bez mrežnog priključka procjenjuje se na oko 500 kW. Solarni toplinski sustavi također imaju potencijal u turističkom sektoru, posebno za pripremu potrošne tople vode u hotelima, kampovima itd., i kao pomoćno grijanje tijekom zimskih mjeseci. Prema istim podacima, instalirana toplinska snaga solarnih sustava iznosi 100.2 MW. Osim što imaju očitu energetske svrhu, solarni sustavi imaju i potencijal da doprinesu promociji turizma i obogaćivanju turističke ponude te stvaranju prepoznatljivih atrakcija. Poznati primjer ove sinergije tehnologije, arhitekture i umjetnosti je Pozdrav Suncu u Zadru, djelo nagrađivanog zadarskog arhitekta Nikole Bašića. Sastoji se od tri stotine slojevitih staklenih ploča postavljenih duž rive, oblikujući krug promjera 22 metra. Ova posebna i atraktivna instalacija apsorbira sunčevu svjetlost tijekom dana, dok se pri zalasku sunca uključuju ugrađeni svjetlosni elementi, stvarajući impresivnu igru svjetla. Pozdrav Suncu predstavlja izvanredan primjer kako se solarne energije i arhitektonskog umjetničkog stvaralaštva mogu spojiti u jedinstvenu atrakciju (Perčić i Franković 2016).



*Slika 2 Pozdrav Suncu, Zadar*



Izvor: <https://www.zadarportal.com/zadar/city/pozdrav-suncu/> (pristup 11.4.2024.)

#### **2.4. 3D ispis**

3D ispisivanje je nekonvencionalan proces izrade fizičkog objekta iz trodimenzionalnog digitalnog modela, obično polaganjem mnogih uzastopnih tankih slojeva materijala. Ono pretvara digitalni objekt (njegov CAD prikaz) u njegovu fizičku formu dodavanjem sloj po sloj materijala.

Postoji nekoliko različitih tehnika za 3D ispisivanje objekta. Najosnovniji, diferencirajući princip iza 3D ispisivanja jest da je to proces aditivne proizvodnje. I to je zaista ključno jer je 3D ispisivanje radikalno različita metoda proizvodnje temeljena na naprednoj tehnologiji koja dodaje dijelove, aditivno, sloj po sloj na razini ispod milimetra. 3D ispisivanje je proces stvaranja objekata izravno, dodavanjem materijala sloj po sloj na različite načine, ovisno o korištenoj tehnologiji. Ako želimo pojednostaviti ideologiju iza 3D ispisivanja, možemo reći da je slično procesu automatske izgradnje nečega s Lego kockama.

### 2.4.1. Strojevi za 3D ispis

Strojevi korišteni za 3D ispis dijele se u četiri kategorije prema načinu stvrđnjavanja materijala na podlozi. To su SLS (Selektivno Lasersko Sinteriranje), SLA (Stereo litografija), FDM (Fuzijsko Taljenje Materijala) i DLP (Digitalno Svjetlosno Procesiranje).

Svaka od navedenih tehnologija ima svoje specifičnosti i pruža potpuno različite rezultate. Zbog toga je primjena 3D ispisa široka u različitim industrijama i područjima. Jedan od ključnih aspekata je mogućnost proizvodnje sitnih predmeta koji se mogu postići samo pomoću 3D ispisa da bi se postigla željena kvaliteta i veličina tog predmeta. FDM tehnologija je najzastupljenija i najjeftinija od svih navedenih. To je zato što stroj koristi relativno jeftine dijelove, ali pruža nižu kvalitetu u usporedbi s drugim vrstama strojeva. Iako postoje razlike između privatnih i industrijskih FDM strojeva, kao i varijacije u ostalim tehnologijama, FDM radi na principu slaganja slojeva polutekuće plastike radi stvaranja konačnog proizvoda. Iako je prednost ove tehnologije u njezinoj pristupačnosti i jednostavnosti, glavna mana je brzina. Među navedenim vrstama printera, FDM ima najmanje kvalitetan ispis i najsporiji je proces ispisivanja.

SLA tehnologija se temelji na stereo litografiji, procesu u kojem se slojevi materijala slažu i stvrđnjavaju pomoću lasera. Ova tehnologija obično proizvodi rezultate koji su manji od onih koje proizvodi FDM, ali ističe se svojom visokom kvalitetom. Primarna primjena SLA tehnologije je u izradi vrlo kvalitetnih sitnih dijelova, zbog čega je i materijal koji se koristi često skuplji. Umjesto tvrdog polimera, za SLA se koristi posebna smola u tekućem obliku. Međutim, SLA printeri su najskuplji na tržištu i zahtijevaju posebno obrađivanje u procesu izrade. Za razliku od FDM printera, gdje isprintani predmet odmah postaje dostupan korisniku i može se smatrati finalnim proizvodom, SLA zahtijeva dodatno pranje predmeta u alkoholu te stvrđnjavanje u posebnom stroju pomoću UV svjetla.

DLP i SLA imaju slične specifikacije, ali ključna razlika leži u načinu stvrđnjavanja slojeva. Ovi 3D printeri koriste izvor svjetla koji projicira svjetlosne uzorke na svaki sloj, što ih stvrđnjava. Primarna primjena ovih tehnologija je u ispisivanju većih predmeta s manjom rezolucijom.

SLS 3D printeri se ističu kao najrazličitija vrsta u usporedbi s ostalima. Koriste laser koji topi praškasti plastični materijal i na taj način ga spaja. Ovaj način ispisa smatra se naprednim zbog visoke kvalitete i čvrstoće finalnog proizvoda, slične klasično lijevanoj plastici iz kalupa. Unatoč izvrsnoj kvaliteti, postoje i određene mane. Ti printeri obično su među najskupljima,

često koštajući nekoliko stotina tisuća kuna za modele s nižom kvalitetom, dok cijene za vrhunske industrijske printere mogu biti još više. Također, svaki završeni proizvod zahtijeva određeno vrijeme hlađenja, što produžuje ukupno vrijeme za obrađivanje.

Za izradu dijelova u ovom završnom radu korištena je FDM tehnologija ispisa, na 3D printeru Ender 3.

#### **2.4.2. Materijali**

Kada su u pitanju materijali za 3D ispis, postoji nekoliko različitih vrsta, od kojih svaka ima svoje specifičnosti. Najpopularniji, najpristupačniji i najlakši materijal za ispis je PLA (Polilaktična kiselina), koji se često koristi zbog svoje biorazgradivosti. Drugi često korišten materijal je PETG (Polietilen Tereftalat glikol modificirani polimer), koji se ističe svojom čvrstoćom i termalnom otpornošću. Osim standardnih materijala poput krute i tekuće plastike, postoje i posebni materijali poput TPE (termoplastični elastomer), koji se koriste za izradu elastičnih dijelova. TPE se koristi u različitim industrijama zbog svoje fleksibilnosti i čvrstoće.

Za izradu dijelova u ovom završnom radu korišten je PLA materijal.

#### **2.4.3. Softver**

U ovom završnom radu korištena su tri softvera koja su bila potrebna za 3D ispis. To su: UltiMaker Cura, Fusion360°, Arduino.

UltiMaker Cura je softverski alat za pripremu modela za 3D ispis. To je besplatan program otvorenog koda koji omogućuje korisnicima da učitaju 3D modele, skaliraju ih, organiziraju, dodaju potporu, i postave parametre ispisa prije slanja modela na 3D pisač. UltiMaker Cura podržava različite vrste 3D pisača, ali je posebno prilagođen za UltiMaker liniju 3D pisača. Ovaj softver omogućuje korisnicima precizno podešavanje postavki ispisa kako bi postigli željene rezultate, uključujući kvalitetu ispisa, brzinu ispisa, debljinu slojeva i druge parametre. UltiMaker Cura je jedan od najpopularnijih softverskih alata za pripremu modela za 3D ispis zbog svoje jednostavnosti korištenja, bogatih značajki i podrške za širok raspon 3D pisača.

Fusion 360 je integrirani softverski alat za 3D dizajniranje, modeliranje, simulaciju i suradnju u oblaku. Razvijen od strane Autodesk-a, Fusion 360 omogućuje korisnicima da stvaraju složene 3D modele proizvoda i komponenti, te da ih dalje optimiziraju za proizvodnju. U ovom radu korišten je za stvaranje 3D modela proizvoda.

Arduino je otvorena platforma za razvoj hardvera i softvera, koja omogućuje korisnicima da jednostavno stvaraju i programiraju interaktivne elektroničke projekte. Ova platforma uključuje

različite mikro kontrolere, razvojne ploče, softversko okruženje i veliku zajednicu korisnika. U ovom radu Arduino je korišten za programiranje razvojne pločice SP32.

### 3. PRAKTIČNI DIO

U ovom završnom radu bit će razvijen sveobuhvatan projekt koji integrira vjetroturbinu i solarni panel za stvaranje samoodrživog energetskeg sustava – eko fontane. Korištene su razne tehnike i materijali izrade koji su sveobuhvatno dali projekt velikog potencijala samoodrživog sustava. Evo detaljnijeg uvida u različite aspekte ovog projekta:

#### 3.1. Dijelovi i komponente

U ovom radu istražene su ključne elektroničke komponente i razvojni moduli korišteni za izgradnju sustava za praćenje i prikaz mjerenja u realnom vremenu, uključujući ESP32 razvojne pločice, INA219 senzor za mjerenje struje i napona, OLED zaslon, te različite kondenzatore.

##### 3.1.1. ESP32 i nadzor sistema

Razvojna pločica ESP32 je hardverski modul koji sadrži ESP32 mikrokontroler i dodatne komponente potrebne za njegovo jednostavno korištenje u razvoju različitih elektroničkih projekata. Ove pločice su dizajnirane tako da korisnicima omoguće brži i lakši razvoj IoT (*Internet of Things*) uređaja, senzorskih mreža, automatizacije i drugih sličnih projekata.

Sastavni dijelovi i značajke razvojne pločice ESP32:

1. ESP32 mikrokontroler: Glavni procesor na pločici koji podržava *Wi-Fi* i *Bluetooth*, te nudi visoke performanse i više ulazno-izlaznih (GPIO) pinova.
2. USB sučelje: Omogućava povezivanje pločice s računalom za programiranje i napajanje. Uobičajeno se koristi USB mikro ili USB-C priključak.
3. *Voltage regulator*: Regulira ulazni napon (obično 5V iz USB priključka) na radni napon ESP32 čipa (3.3V).
4. GPIO pinovi: Izlazi za povezivanje senzora, motora, LED dioda i drugih perifernih uređaja. Mogu se koristiti za analogne ili digitalne signale.
5. *Reset* i *Boot* tipke: Tipke za ponovno pokretanje pločice i ulazak u način programiranja (Boot).
6. Antena: Integrirana ili vanjska antena koja omogućava bežičnu komunikaciju putem *Wi-Fi* ili *Bluetootha*.

7. LED indikatori: Obično postoji nekoliko LED dioda koje signaliziraju rad pločice (npr. napajanje ili komunikacija).

Ona omogućava programerima i hobistima da brzo razviju i testiraju svoje ideje bez potrebe za dizajniranjem vlastitih sklopova. Savršena je za stvaranje pametnih uređaja koji se povezuju s internetom, poput pametnih kuća, senzorskih mreža, nosivih uređaja i drugih IoT aplikacija.

*Slika 3 Razvojna pločica ESP32*



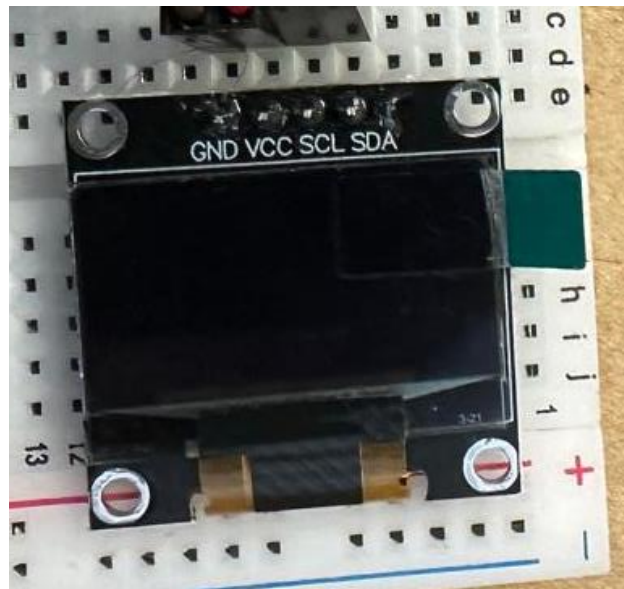
Izvor: Autor

### 3.1.2. OLED zaslon

OLED zaslon GME1 2864-41 je mali, monokromatski zaslon baziran na OLED (Organic Light Emitting Diode) tehnologiji. Zaslon ima rezoluciju 128x64 piksela, što znači da može prikazivati 128 piksela po širini i 64 piksela po visini. Koristi OLED tehnologiju, što znači da svaki piksel samostalno emitira svjetlost. To omogućava prikaz visokog kontrasta s dubokom crnom bojom jer pikseli koji trebaju prikazati crno jednostavno ostaju isključeni. Zaslon je monokromatski, što znači da prikazuje slike i tekst u jednoj boji (obično bijela ili plava na crnoj pozadini). Ima relativno malu rezoluciju koja je dovoljna za prikaz osnovnih grafika, ikona, teksta i jednostavnih animacija. OLED zasloni troše vrlo malo energije, pogotovo kada prikazuju više crnih piksela, jer se crni pikseli ne uključuju. OLED zaslon GME1 2864-41 obično koristi I2C ili SPI sučelje za povezivanje s mikrokontrolerima poput Arduina, ESP32 ili

*Raspberry Pi*. Ovi komunikacijski protokoli omogućuju jednostavno slanje podataka na zaslon s vašeg mikrokontrolera.

*Slika 4 OLED zaslon*



Izvor: Autor

### **3.1.3. LM2596 regulator napona**

LM2596 je regulator napona zasnovan na DC-DC pretvaraču koji se koristi za snižavanje napona (step-down). To je switching regulator koji pretvara viši ulazni napon u niži izlazni napon, s visokim stupnjem efikasnosti, obično oko 90%. Ovaj regulator je vrlo popularan u različitim elektroničkim projektima i industrijskim primjenama zbog svoje jednostavnosti, pouzdanosti i učinkovitosti. Često se koristi u projektima s mikrokontrolerima poput Arduina, *Raspberry Pi* i sličnih, za napajanje modula koji zahtijevaju stabilan i niskonaponski izvor napajanja. Koristi se i za pretvaranje viših napona iz baterijskih izvora (npr. LiPo baterije od 12V ili 24V) na niže napone potrebne za elektroničke sklopove (npr. 5V ili 3.3V).

Slika 5 LM2596 regulator napona



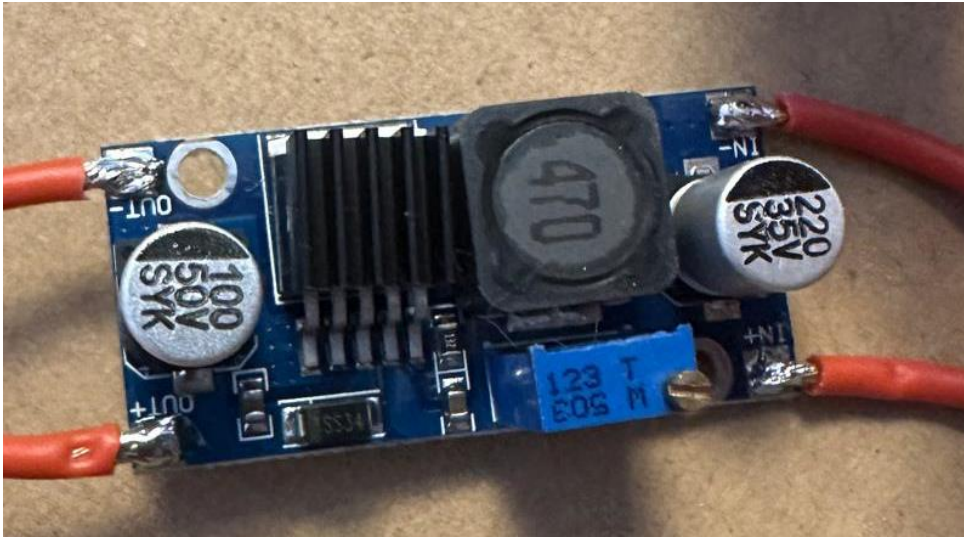
Izvor: Autor

#### 3.1.4. CN6009

CN6009 je integrirani krug koji se koristi kao *step-up* ili *boost* konverter, odnosno pretvarač napona. Njegova osnovna funkcija je povećanje (*boost*) ulaznog napona na viši izlazni napon. To je DC-DC pretvarač koji omogućava pretvaranje nižeg napona (npr. iz baterije) u viši napon potreban za napajanje različitih elektroničkih sklopova. Glavna funkcija CN6009 je podizanje ulaznog napona na viši izlazni napon. Na primjer, može podići napon s 3.7V (tipičan izlaz iz Li-ion baterije) na 5V. Obično ima visoku efikasnost, što znači da se malo energije gubi kao toplina tijekom procesa konverzije, što je važno u prijenosnim uređajima. Ovisno o konfiguraciji i vanjskim komponentama, izlazni napon može biti podešen na određenu vrijednost. Ima nisku potrošnju energije kada je u stanju mirovanja, što je korisno za produženje trajanja baterije u prijenosnim uređajima.



Slika 6 CN6009



Izvor: Autor

Programiranje ESP32: pomoću ESP32 razvojne pločice, razvijen je prilagođeni softver za upravljanje i nadzor cijelog sistema. Softver uključuje algoritme za pametno upravljanje energijom.

### 3.1.5. TP4056

TP4056 je integrirani krug (IC) dizajniran za punjenje lithium-ion (Li-ion) i lithium-polymer (LiPo) baterija. Radi se o linearno kontroliranom punjaču s konstantnim strujnim i konstantnim naponskim načinom rada. TP4056 je vrlo popularan u raznim elektroničkim projektima zbog svoje jednostavnosti, niske cijene i pouzdanosti. Često dolazi u modulima koji se napajaju putem mikro-USB priključka, što omogućava jednostavno punjenje baterija pomoću standardnog USB kabela. IC koristi dva glavna načina rada:

1. Konstantna struja (CC): Tijekom početnog punjenja, baterija se puni konstantnom strujom sve dok napon baterije ne dostigne određenu vrijednost (obično 4.2V).
2. Konstantan napon (CV): Nakon što napon dosegne ciljnu vrijednost, punjenje prelazi u način konstantnog napona, gdje se struja postupno smanjuje kako bi se održao stalni napon dok baterija ne bude potpuno napunjena.

Kad se struja punjenja smanji ispod određenog praga (obično 10% od postavljene struje punjenja), TP4056 automatski prekida punjenje kako bi se spriječilo prepunjavanje baterije.

Slika 7 TP4056



Izvor: Autor

### 3.1.6. 1N5819

1N5819 je *Schottky* dioda, poznata po niskom padu napona u propusnom smjeru i brzom brzini preklapanja. Ova dioda je široko korištena u različitim elektroničkim sklopovima, posebno u aplikacijama gdje su ključni niska potrošnja energije i brzina odgovora. *Schottky* diode, poput 1N5819, koriste metal-poluvodički spoj, što im daje karakteristike kao što su niski pad napona u propusnom smjeru (obično oko 0,2V do 0,3V) i brzu brzinu preklapanja. Zbog niskog pada napona, 1N5819 se često koristi u ispravljačima, posebno u napajanju s niskim naponom, kao što su napajanja za USB uređaje, punjači baterija i slični uređaji. Može se koristiti kao zaštita od povratnog napona u napajanju, sprečavajući struju da teče unazad kroz osjetljive komponente. U DC-DC pretvaračima, *Schottky* diode se koriste za brzo prebacivanje i smanjenje gubitaka snage, što je važno za učinkovitost i rad uređaja. U sklopovima gdje je potrebna zaštita od obrnutog polariteta, 1N5819 može spriječiti oštećenje komponenata zbog pogrešnog povezivanja izvora napajanja.

*Slika 8 1N5819*

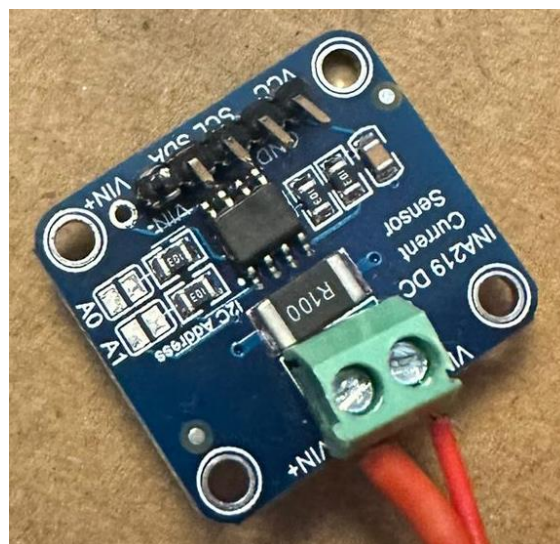


Izvor: <https://www.rs-online.vn/p/diodes-inc-100v-5a-schottky-diode-2-pin-do-201ad-sb5100-t/>

### **3.1.7. INA219 DC Current Sensor**

INA219 je senzor za mjerenje istosmjerne struje (DC) i napona koji koristi I2C sučelje za komunikaciju s mikrokontrolerima. Ovaj senzor omogućava precizno mjerenje istosmjerne struje, napona i, kao rezultat toga, može izračunati snagu u stvarnom vremenu. INA219 je popularan u raznim elektroničkim projektima, posebno onima koji uključuju praćenje potrošnje energije i upravljanje baterijama. INA219 može mjeriti napone do 26V i struje do  $\pm 3.2A$  (ovisno o korištenom šant otporniku). Senzor sam po sebi troši vrlo malo energije, što ga čini prikladnim za primjenu u energetski učinkovitom dizajnu.

*Slika 9 INA219 DC Current Sensor*



Izvor: Autor

### 3.1.8. DC motor 6V 130 RPM

DC motor 6V 130 RPM je mali istosmjerni (DC) motor dizajniran za rad pri naponu od 6 volti i pružanje brzine rotacije od 130 okretaja u minuti (RPM). Ovi motori su popularni zbog svoje kompaktnosti i jednostavnosti, a često se koriste u raznim elektroničkim projektima i aplikacijama.

*Slika 10 DC motor 6V 130 RPM*



Izvor: Autor

### 3.1.9. Litij-ionske baterije US18650

US18650 je oznaka za litij-ionske baterije koje su vrlo popularne zbog svoje visoke energetske gustoće i dugog vijeka trajanja. Baterije 18650 su standardne cilindrične baterije dimenzija približno 18 mm u promjeru i 65 mm u dužini. "US" u oznaci može se odnositi na proizvođača ili specifičan model, dok "18650" označava dimenzije. Kapacitet se obično kreće od 1500 mAh do 3500 mAh, što znači da baterija može pružiti različite količine energije ovisno o specifičnom modelu. Nominalni napon baterije je 3.7V, dok maksimalni napon može biti do 4.2V kada je potpuno napunjena, a minimalni napon je obično oko 2.5V. Baterije su obično

bazirane na litij-ionskoj tehnologiji, koja omogućava visoku energetske gustoće i dug životni ciklus.

*Slika 11 Litij-ionske baterije US18650*



Izvor: Autor

### **3.1.10. Kondenzatori**

Changxin vent je elektrolitski kondenzator s kapacitetom od 1000 mikrofarada i radnim naponom od 35V namijenjen za uporabu u aplikacijama koje zahtijevaju stabilizaciju napona i pohranu energije. Najčešće se koristi u napajanjima za filtriranje napona, smanjivanje ili eliminiranje neželjene fluktuacije ili šumova u električnim signalima te za pohranu energije, čineći ga važnom komponentom u mnogim elektroničkim uređajima.

*Slika 12 Kondenzatori*



Izvor: Autor

### 3.1.11. 103 500V keramički kondenzator

103 500V keramički kondenzator je kondenzator s kapacitetom od 10 nanofarada i radnim naponom do 500 volti. Ova komponenta se koristi u različitim elektroničkim sklopovima za filtriranje, spajanje, stabilizaciju napona i zaštitu od naponskih udara, posebno u situacijama gdje je potreban rad pri višem naponu.

*Slika 13 103 500V keramički kondenzator*

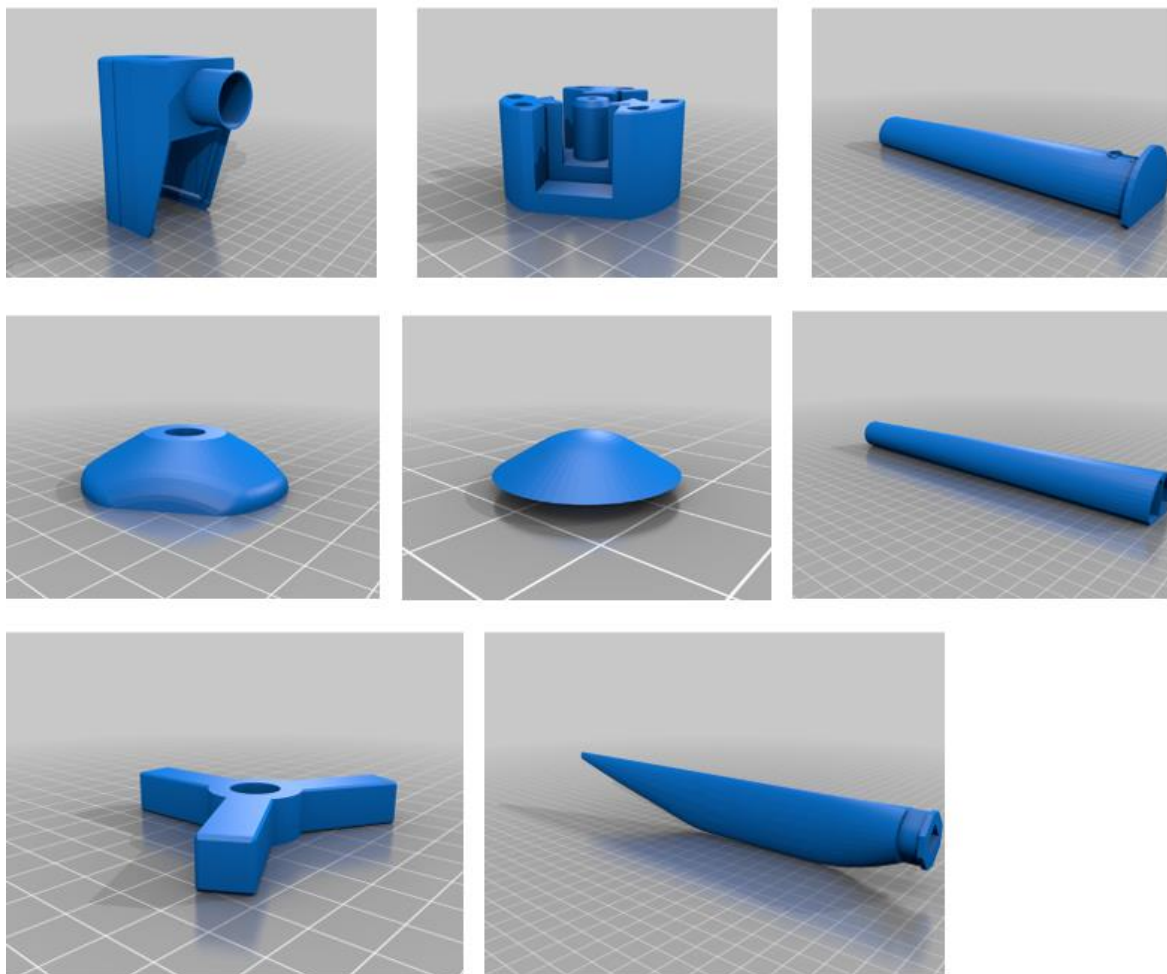


Izvor: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.official.cz%2Fz7492-keramicky-kondenzator-cc-10n-500v%3Flang%3Den&psig>

### 3.1.12. Vjetroturbina

Vjetroturbina je dizajnirana da maksimalno iskoristi uvjete vjetera za pokretanje. Pažljivo je odabrana veličina i duguljastog i tankog oblika lopatica, zakrivljenog profila sličnog krilu aviona kako bi se osigurala maksimalna efikasnost pri različitim brzinama vjetera.

*Slika 14 3D prikaz kućišta dijelova vjetroturbine*



Izvor: Autor

*Slika 15 Završni model vjetroturbine*



Izvor. Autor

### **3.1.13 Solarni panel**

Solarni panel je uređaj koji pretvara sunčevu energiju u električnu energiju koristeći fotonaponske ćelije. Ove ćelije, obično izrađene od silicija, apsorbiraju fotone iz sunčeve svjetlosti i stvaraju električnu struju putem fotonaponskog efekta.



*Slika 16 Solarni panel*



Izvor: Autor

### **3.1.14. Fontana**

Fontana je dekorativni element koji je završni dio ovog rada i prikazuje praktičnu demonstraciju upotrebe akumulirane energije koju proizvodi solarni panel i vjetroturbina. Istovremeno koristi vodenu pumpu koja je energetska efikasna.

*Slika 17 Fontana*



Izvor: Autor

### 3.1.15. Vodena peristaltička pumpa

Peristaltičke pumpe koje pokreće DC motor 6V su male, učinkovite pumpe koje koriste mehanizam rotirajućih valjaka za premještanje tekućina kroz fleksibilne cijevi. Zbog svoje preciznosti i mogućnosti rada s različitim tekućinama bez kontaminacije, idealne su za aplikacije u medicini, kemijskoj industriji, poljoprivredi, i raznim hobi projektima. Njihova ključna prednost je u tome što tekućina ne dolazi u kontakt s mehaničkim dijelovima pumpe, čime se osigurava visoka čistoća i sigurnost.

*Slika 18 Vodena peristaltička pumpa*



Izvor: Autor

### 3.1.16. Eksperimentalne pločice

Eksperimentalne pločice (također poznate kao prototipne pločice, *breadboard* ili *perfboard*) su alati koji se koriste u elektronici za izradu i testiranje elektroničkih sklopova bez potrebe za lemljenjem. Ove pločice omogućuju brzo i jednostavno postavljanje komponenti i njihovo povezivanje kako bi se isprobale ideje ili kreirali prototipi sklopova.

*Slika 19 Eksperimentalne pločice*



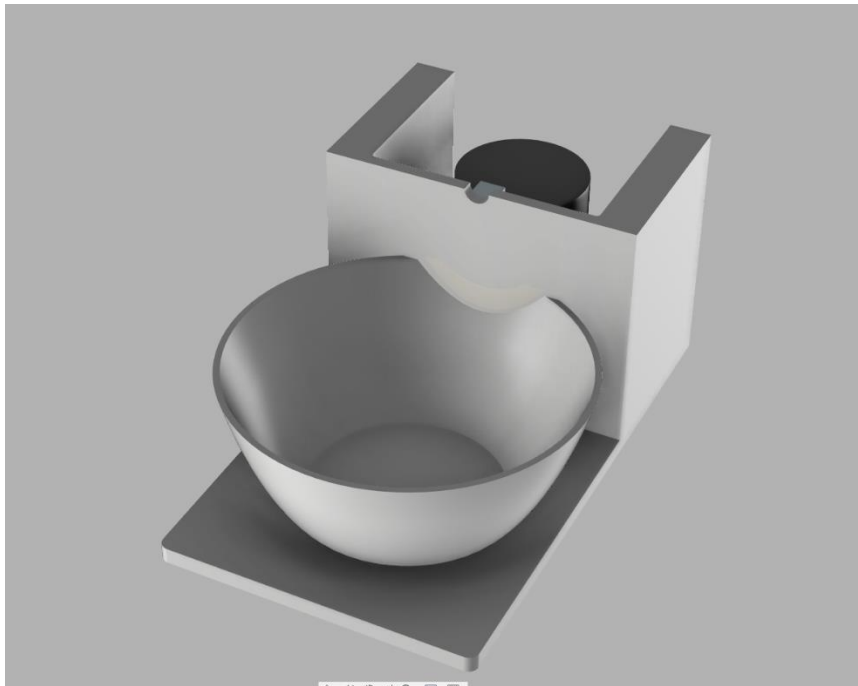
Izvor: <https://soldered.com/hr/proizvod/eksperimentalna-plocica/>

## **3.2. Modeliranje i 3D ispisivanje**

### **3.2.1. Modeliranje**

Model vjetroturbine (slika 14) preuzet je s besplatne stranice *Thingiverse.com*, a fontana (slika 20) je modelirana u programu Fusion360°. Zatim su oba modela učitani u program UltiMaker Cura koji 3D model prebacuje u G-code.

*Slika 20 3D model fontane*

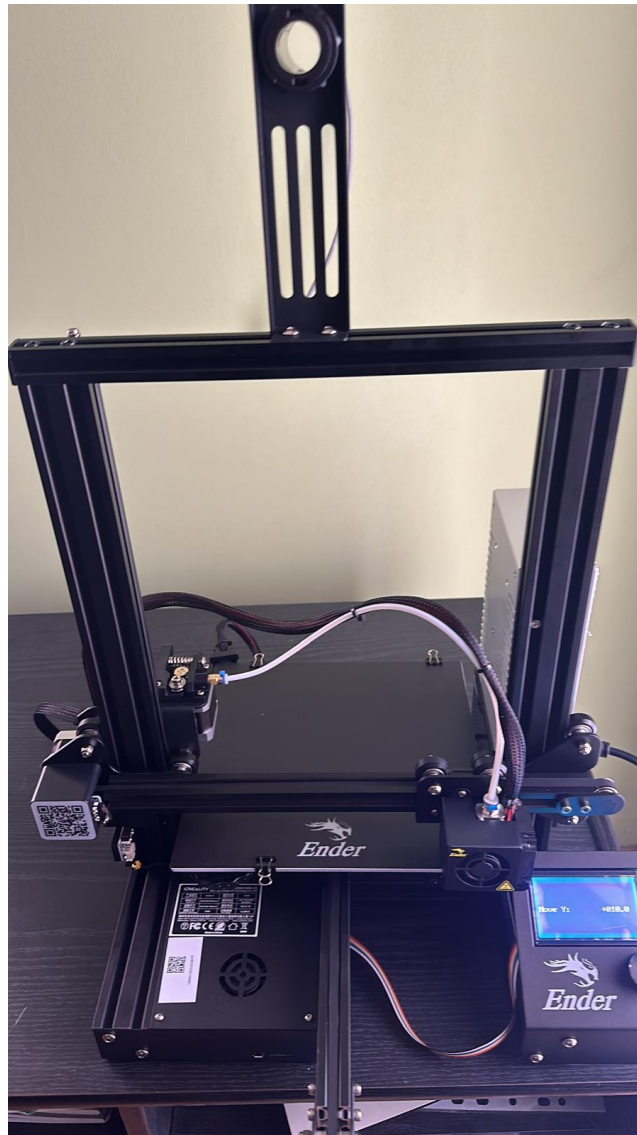


Izvor: Autor

### **3.2.2. 3D ispis i izrada**

Nakon modeliranja, u programu UltiMaker Cura su namješteni parametri ispisa – brzina ispisa, ispunjenost materijala, kvaliteta ispisa, temperatura taljenja PLA materijala i temperatura ploče na kojoj se ispisuje model. Na kraju su modeli prebačeni na SD karticu koja je umetnuta u Ender 3 pisač (slika 21) te kreće ispis.

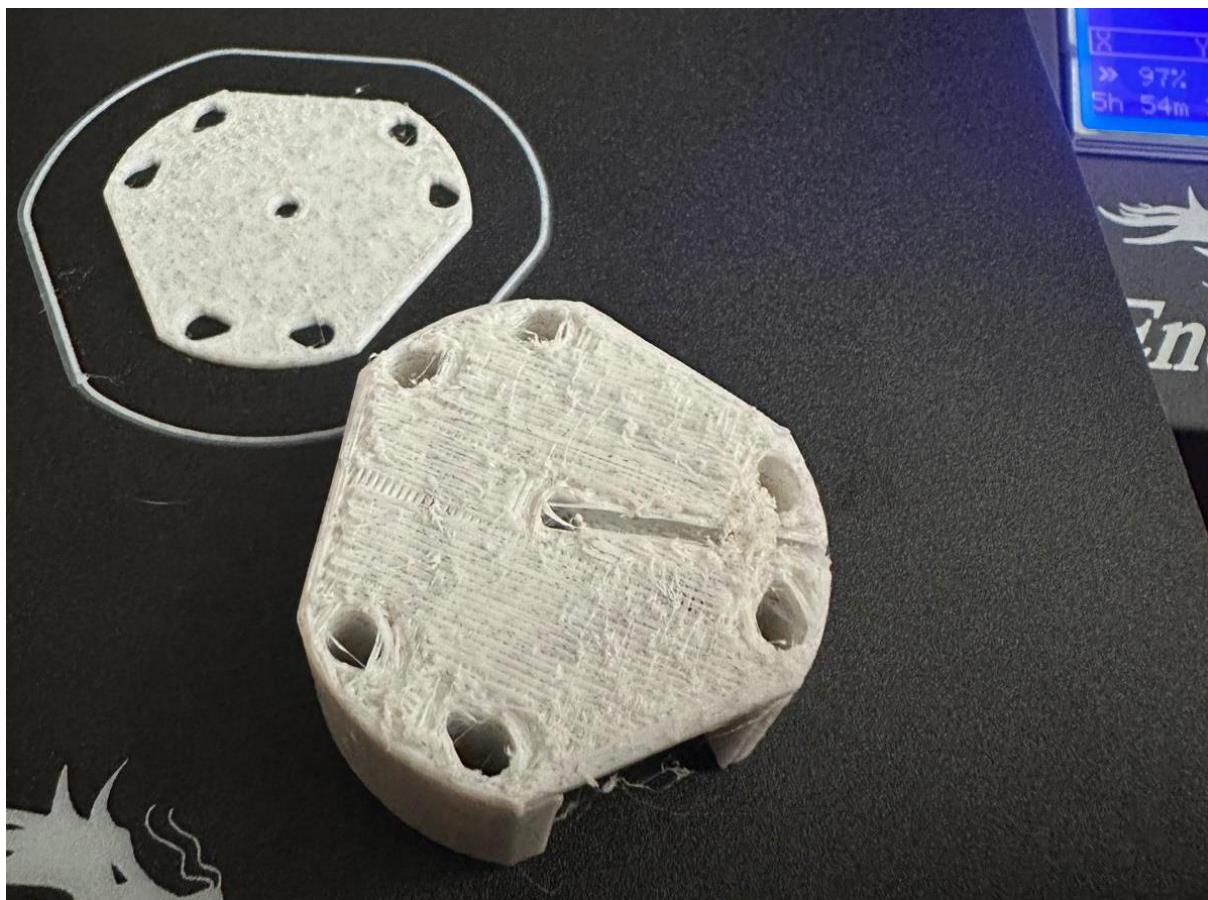
*Slika 21 Ender 3 pisac̃*



Izvor: Autor

Koristeći 3D pisac̃, stvorene su jedinstvene komponente za vjetroelektranu i fontanu. Svaki dio je pažljivo dizajniran kako bi se osigurala maksimalna čvrstoća i efikasnost, a istovremeno zadržao estetski ugodan izgled. Korišten je PLA materijal zbog njegove izdržljivosti, prihvatljive cijene i ekološke prihvatljivosti, no unatoč tim prednostima došlo je do raznih komplikacija. U više navrata mlaznica 3D pisac̃a se začepila, nestajalo je struje i određeni dijelovi nekih komponenti su se nakon nekog vremena počeli odvajati (odljepljivati) (slika 22) zbog greške u čitanju koda i raznih drugih čimbenika.

Slika 22 Greške ispisa (odljepljivanje)



Izvor: Autor

### 3.3. Spajanje komponenti i programiranje

#### 3.3.1. Spajanje komponenti

Kako bi voda u fontani počela cirkulirati, struja koju proizvode vjetroturbina i solarni panel mora napuniti litij ionske baterije. Struja iz vjetroturbine koju proizvodi DC motor prvo putuje do LM2596 (slika 5) regulatora napona koji provjerava napon i u slučaju da je preveliki, smanjuje ga na 6 V. Pri izlazu iz regulatora napona na plus žicu stavljena je 1N5819 *Schottky* dioda (slika 8) da sprječava struju da teče unazad. Struja iz solarnog panela prolazi kroz TP4065 (slika 7) linearno kontrolirani punjač s konstantnim strujnim i konstantnim naponskim načinom rada i puni baterije. One su spojene na CN6009 (slika 6) koji služi za povećanje ulaznog napona ukoliko je premalen. Na izlaznim žicama iz CN6009 (na koje se spaja vodena pumpa iz fontane) su stavljena dva elektrolitska kondenzatora od 35 V i 1000 mikrofaraada koji služe za stabilizaciju napona i filtriranje smetnji.

Na baterije su žicom spojene i dvije eksperimentalne pločice (slika 19) kojima baterije služe kao izvor napona. Na te dvije eksperimentalne pločice spojeni su ESP32 razvojna pločica (slika 3) i OLED zaslon (slika 4). Pin 3.3V na ESP32 pločici spojen je na VCC pinove OLED zaslona i INA219 senzora radi napajanja, dok je GND pin povezan s njihovim GND pinovima kako bi dijelili zajedničko uzemljenje. Pin D19 (SDA) na ESP32 povezan je sa GPIO pinovima koji su *softwareu* definirani kao I2C pinovi namjene SDA na OLED zaslonu i INA219 senzora (slika 9), a D18 (SCL) pin povezan je sa SCL pinovima tih uređaja. Ovim spojem omogućeno je da se I2C protokol koristi za komunikaciju između ESP32, OLED zaslona i INA219 senzora, pri čemu se na zaslonu prikazuju mjerenja struje i napona dobivena od INA219 senzora.

### 3.3.2. Programiranje

Prvi ESP32 je programiran u *ESPHome* (kod 1) okruženju da radi kao uređaj za mjerenje i prikaz vrijednosti s INA219 senzora na OLED zaslonu (slika 23). Dodatno, koristi se drugi ESP32, koji je programiran u *Visual Studio PlatformIO* (kod 2) okruženju i služi kao *Wi-Fi* pristupna točka AP (*Access Point*). Ovaj drugi ESP32 postavlja *Wi-Fi* mrežu s SSID-om "iPhone od Dominik" i lozinkom "12344321", te omogućuje povezivanje drugih uređaja na tu mrežu. Također, koristi HTTP server za praćenje i prikazivanje IP adresa svih povezanih klijenata na jednostavnoj web stranici. Dakle, prvi ESP32 je zadužen za prikupljanje i prikaz podataka na web stranici kroz četiri grafa. Prvi graf pod imenom *Bus Voltage* prikazuje napon koji dolazi iz baterija, drugi graf pod imenom *Current Voltage* prikazuje struju koja se proizvodi, treći pod imenom *Power* pokazuje snagu, a posljednji pod imenom *Shunt Voltage* pokazuje pad napona na uređaju koji ga mjeri (slika 24). Drugi ESP32 omogućuje *Wi-Fi* povezivost i mrežni nadzor.

#### *Kôd 1 ESPHome konfiguracija za ESP32-Vjetroelektranu*

```
esphome:
  name: esp32-vjetre
  friendly_name: Elektrana

esp32:
  board: esp32dev
  framework:
    type: arduino

# Enable logging
```

```
logger:

# Enable Home Assistant API
api:
  encryption:
    key: "tBvjysFXGg0haNwJSx8nKIhqQ9SWCyNrzUSzW9Cg1V8="

web_server:
  port: 80
  log: false
  version: 3

ota:
  - platform: esphome
    password: "8968e5a45d563a97e65051a31ec6b0f0"

wifi:
  ssid: !secret wifi_ssid
  password: !secret wifi_password

# Enable fallback hotspot (captive portal) in case wifi connection
fails
  ap:
    ssid: "Esp32-Vjetro-Hotspot"
    password: "30mZ5MAbcPTA"

captive_portal:

font:
  - file: 'fonts/Amiko-Regular.ttf'
    id: font1
    size: 20
  - file: 'fonts/Amiko-Regular.ttf'
    id: font2
```



```

    size: 15

i2c:
  sda: 19
  scl: 18
  scan: true

display:
- platform: ssd1306_i2c
  model: "SSD1306 128x64"
  address: 0x3C
  lambda: |-
    it.fill(COLOR_OFF);
    it.printf(64, 10, id(font2), TextAlign::CENTER, "Voltage:
%.2fV", id(bus_voltage).state);
    // Display the power
    it.printf(64, 30, id(font2), TextAlign::CENTER, "Power: %.2fW",
id(power).state);

sensor:
- platform: ina219
  address: 0x40
  shunt_resistance: 0.1 ohm
  current:
    name: "INA219 Current"
    id: current
  power:
    name: "INA219 Power"
    id: power
  bus_voltage:
    name: "INA219 Bus Voltage"
    id: bus_voltage
  shunt_voltage:
    name: "INA219 Shunt Voltage"
    id: shunt_voltage

```

```
max_voltage: 32.0V
max_current: 3.2A
update_interval: 800ms
```

### *Kód 2 Kod za Wi-Fi pristupnu točku i web poslužitelj na ESP32*

```
#include <WiFi.h>
#include <vector>

const char* ssid      = "iPhone od Dominik";
const char* password = "12344321";

WiFiServer server(80);

String header;

std::vector<String> connectedClients;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  Serial.print("Setting AP (Access Point)...");
  WiFi.softAP(ssid, password);

  IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
  Serial.print("AP IP address: ");
  Serial.println(IP);

  server.begin();
}

void loop(){
  WiFiClient client = server.available();
```

```

if (client) {
    Serial.println("New Client.");
    String currentLine = "";

    String clientIP = client.remoteIP().toString();

    // Check if the client is already in the list
    if (std::find(connectedClients.begin(), connectedClients.end(),
clientIP) == connectedClients.end()) {
        connectedClients.push_back(clientIP);
    }

while (client.connected()) {
    if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.write(c);
        header += c;
        if (c == '\n') {
            if (currentLine.length() == 0) {
                client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                client.println("Content-type:text/html");
                client.println("Connection: close");
                client.println();

                // Display the HTML web page
                client.println("<!DOCTYPE html><html>");
                    client.println("<head><meta name=\"viewport\"
content=\"width=device-width, initial-scale=1\">");
                client.println("<link rel=\"icon\" href=\"data:,\>");
                    client.println("<style>html { font-family: Helvetica;
display: inline-block; margin: 0px auto; text-align: center;}");
                client.println(".button { background-color: #4CAF50;
border: none; color: white; padding: 16px 40px;");
                    client.println("text-decoration: none; font-size: 30px;
margin: 2px; cursor: pointer;}");

```

```

        client.println(".button2 {background-color:
#555555;}</style></head>");
        client.println("<body><h1>ESP32 AP</h1>");

        // Display the connected clients
        client.println("<h2>Connected Clients:</h2><ul>");
        for (const auto& ip : connectedClients) {
            client.println("<li>" + ip + "</li>");
        }
        client.println("</ul>");

        client.println("</body></html>");

        // The HTTP response ends with another blank line
        client.println();
        break;
    } else {
        currentLine = "";
    }
    } else if (c != '\r') {
        currentLine += c;
    }
}
}
// Clear the header variable
header = "";
// Close the connection
client.stop();
Serial.println("Client disconnected.");
Serial.println("");
}
}

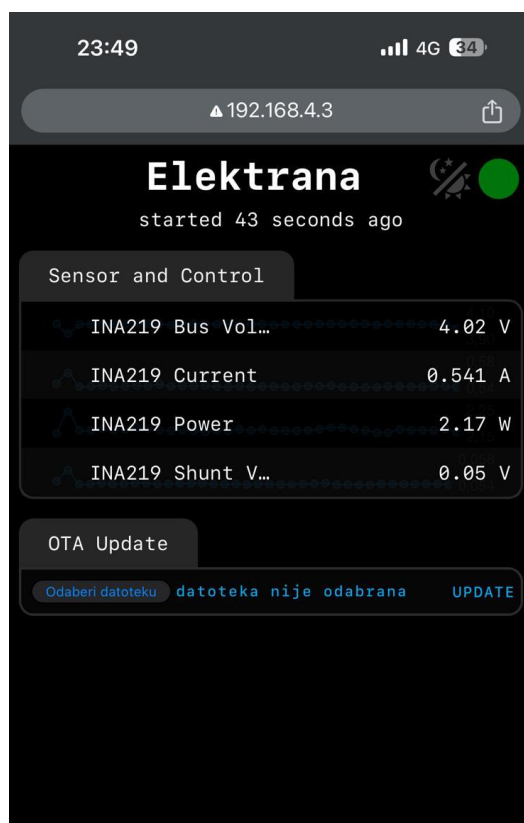
```

*Slika 23 Prikaz podataka na OLED zaslonu*



Izvor: Autor

*Slika 24 Web stranica s prikazom podataka*



Izvor: Autor

Na slici 25 prikazan je završni projekt, uključujući spojene komponente i razvojne pločice ESP32, s naglaskom na njihov raspored i funkcionalnu integraciju unutar sustava.

*Slika 25 Završni projekt*



Izvor: Autor

## 4. ZAKLJUČAK

Svrha i cilj ovog rada ispunjeni su kroz uspješno dizajniranje i izradu prototipa ekološke fontane koja koristi obnovljive izvore energije, uključujući vjetroturbinu i solarni panel. Kroz istraživanje mogućnosti primjene održivih tehnologija u urbanim sredinama, razvijen je funkcionalan model fontane koji minimizira negativan utjecaj na okoliš.

Pregled literature pružio je temeljno razumijevanje ključnih tehnologija. Analizirane su vjetroelektrane, solarni paneli i 3D ispis, što je omogućilo sagledavanje njihove uloge i prednosti u kontekstu održivog razvoja.

Detaljan opis dijelova i komponenti rada uključivao je ključne elektroničke komponente poput ESP32 razvojne pločice, OLED zaslona i INA219 senzora. Ove komponente omogućile su precizno praćenje i upravljanje sustavom fontane, osiguravajući njegovu stabilnost i učinkovitost.

Modeliranje i 3D ispis odigrali su ključnu ulogu u izradi fizičkog modela fontane. 3D ispis omogućio je stvaranje preciznih komponenti potrebnih za montažu, dok je modeliranje osiguravalo funkcionalnost i estetski dizajn fontane.

Spajanje komponenti i programiranje predstavljali su završni korak u realizaciji projekta. Detaljno objašnjenje postupka povezivanja elektroničkih dijelova i razvoj koda omogućili su integraciju svih komponenti u jedinstven sustav koji učinkovito koristi obnovljive izvore energije za napajanje fontane.

Ovaj rad demonstrira kako integracija obnovljivih izvora energije i suvremenih tehnologija može rezultirati održivim rješenjima koja doprinose očuvanju okoliša. Izrađeni prototip ekološke fontane služi kao primjer uspješne primjene održivog dizajna u praksi i nudi smjernice za buduća istraživanja i razvoj sličnih projekata.

## Izjava o autorstvu

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

Bana Josipa Jelačića 22/a, Čakovec

### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, internetskih i drugih izvora) bez pravilnog citiranja. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom i nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DOMINIK KOBER (ime i

prezime studenta) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću,

izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog rada pod naslovom

IZRADA MODELA EKO FONTANE

te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

Kober Dominik  
(vlastoručni potpis)



## Literatura

1. Bull, S.R. (2001). Renewable energy today and tomorrow. *Proceedings of the IEEE* 89.8. 1216-1226.
2. Harjanne, A. Korhonen, J. M. (2019). Abandoning the concept of renewable energy. *Energy policy* 127 330-340.
3. Form labs. Dostupno na: <https://formlabs.com/eu/blog/3d-printing-materials/> (14.4.2024.)
4. Hrvatski operator prijenosnog sustava d.d. *Mjesečni izvještaj o proizvodnji vjetroelektrana u Hrvatskoj – siječanj. 2024.* Hrvatski operator prijenosnog sustava d.d. Zagreb. Dostupno na: <https://tinyurl.com/2avwakmb> (11.4.2024.)
5. Le Gourieres, D. (2014). *Wind power plants: theory and design.* Pergamon press. U.K.
6. Perčić, M. Franković, B. (2016). Solarna energija u priobalnom području Republike Hrvatske–danas i sutra. *Pomorski zbornik* 1: 223-229.
7. Singh, M. Santoso, S. (2011). *Dynamic models for wind turbines and wind power plants.* National Renewable Energy Lab.(NREL). Golden. CO (United States).

## **Popis slika**

Slika 1 Lokacije vjetroelektrana u Hrvatskoj

Slika 2 Pozdrav Suncu, Zadar

Slika 3 Razvojna pločica ESP32

Slika 4 OLED zaslon

Slika 5 LM2596 regulator napona

Slika 6 CN6009

Slika 7 TP4056

Slika 8 1N5819

Slika 9 INA219 DC Current Sensor

Slika 10 DC motor 6V 130 RPM

Slika 11 Litij-ionske baterije US18650

Slika 12 Kondenzatori

Slika 13 103 500V keramički kondenzator

Slika 14 3D prikaz kućišta dijelova vjetroturbine

Slika 15 Završni model vjetroturbine

Slika 16 Solarni panel

Slika 17 Fontana

Slika 18 Vodena peristaltička pumpa

Slika 19 Eksperimentalne pločice

Slika 20 3D model fontane

Slika 21 Ender 3 pisac

Slika 22 Greške ispisa (odljepljivanje)

Slika 23 Prikaz podataka na OLED zaslonu

Slika 24 Web stranica s prikazom podataka

Slika 25 Završni projekt

## **Popis kodova**

Kod 1 1 ESPHome konfiguracija za ESP32-Vjetroelektranu

Kod 2 Kod za Wi-Fi pristupnu točku i web poslužitelj na ESP32