

# Model kućišta za spektrometrijsko očitavanje parametara vina

---

**Radonjić, Dino**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:380383>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-05**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Sveučilišni studij**

**MODEL KUĆIŠTA ZA SPEKTROMETRIJSKO  
OČITAVANJE PARAMETARA VINA**

**Završni rad**

**Dino Radonjić**

**Osijek, 2022.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju

Osijek, 14.09.2022.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Prijedlog ocjene završnog rada na  
preddiplomskom sveučilišnom studiju**

<b>Ime i prezime Pristupnika:</b>	Dino Radonjić
<b>Studij, smjer:</b>	Preddiplomski sveučilišni studij Računarstvo
<b>Mat. br. Pristupnika, godina upisa:</b>	R 4418, 22.07.2019.
<b>OIB Pristupnika:</b>	63141174189
<b>Mentor:</b>	Izv. prof. dr. sc. Ivan Aleksi
<b>Sumentor:</b>	,
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Naslov završnog rada:</b>	Model kućišta za spektrometrijsko očitavanje parametara vina
<b>Znanstvena grana rada:</b>	<b>Arhitektura računalnih sustava (zn. polje računarstvo)</b>
<b>Zadatak završnog rad:</b>	Temu rezervirao: Dino Radonjić. U ovom radu je potrebno osmisliti model za automatizirano prikupljanje uzoraka vina za spektrometrijski senzor Hamamatsu C14384MA-01. Potrebno je omogućiti doziranje vina, odnosno vode za ispiranje primjenom peristaltičkih pumpi. Potrebno je omogućiti promjenjivo postavljanje položaja senzora u odnosu na uzorak vina. Potrebno je postaviti odgovarajuće osvetljenje.
<b>Prijedlog ocjene završnog rada:</b>	Izvrstan (5)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
<b>Datum prijedloga ocjene od strane mentora:</b>	14.09.2022.
<b>Datum potvrde ocjene od strane Odbora:</b>	21.09.2022.
Potvrda mentora o predaji konačne verzije rada:	<i>Mentor elektronički potpisao predaju konačne verzije.</i>
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 21.09.2022.

**Ime i prezime studenta:**

Dino Radonjić

**Studij:**

Preddiplomski sveučilišni studij Računarstvo

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

R 4418, 22.07.2019.

**Turnitin podudaranje [%]:**

9

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Model kućišta za spektrometrijsko očitavanje parametara vina**

izrađen pod vodstvom mentora Izv. prof. dr. sc. Ivan Aleksi

i sumentora ,

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Zadatak završnog rada .....	1
2. OČITAVANJE PARAMETARA VINA .....	2
2.1. Parametri vina.....	2
2.2. Spektrometrija .....	3
2.3. Analogni refraktometar.....	4
2.4. Digitalni refraktometar .....	5
3. OPIS KORIŠTENIH ELEKTRONIČKIH ELEMENATA.....	7
3.1. Spektrometrijski senzor Hammatsu C14384MA-01 .....	7
3.2. Peristaltička pumpa.....	8
3.3. Infracrvena dioda .....	9
3.4. Shema spoja.....	9
4. MODEL KUĆIŠTA .....	11
4.1. Aplikacija Tinkercad .....	11
4.2. Izrada 3D modela.....	12
5. ZAKLJUČAK .....	16
LITERATURA.....	17
SAŽETAK.....	18
ABSTRACT .....	19
PRILOZI.....	20

# 1. UVOD

U ovom završnom radu izvedeno je dizajniranje, te modeliranje uređaja za spektrometrijsko očitavanje parametara vina koji će imati relativno precizna mjerenja, uz relativno malu cijenu proizvodnje. Uređaj će uključivati spektrometrijski senzor Hammatsu C14384MA-01, pumpicu za doziranje vina i vode, pozadinsko osvjetljenje, te kućište koje će sve zajedno povezati.

Završni rad podijeljen je u tri poglavlja. U prvom poglavlju dana je teorijska pozadina parametara vina, kao i samih spektrometrijskih senzora za očitavanje istih. U drugom poglavlju prikazan je detaljan opis korištenih elektroničkih elemenata, te je opisana shema spoja tih elemenata. U trećem, posljednjem poglavlju opisana je izrada 3D modela kućišta koji sadržava i ujedinjuje sve prethodno navedene elemente.

## 1.1. Zadatak završnog rada

Bilo je potrebno je osmisliti i modelirati kućište koje omogućuje korištenje spektrometrijskog senzora Hammatsu C14384MA-01 pomoću kojeg se mogu očitati parametri vina, na primjer razina alkohola, razina šećera i dr. Kako bi senzor mogao očitati parametre, kroz staklenu cijev, pomoću male peristaltičke pumpe, potrebno je dovesti manju količinu vina na postolje. Nakon očitavanja, potrebno je isprati ostatke vina pomoću vode kako bi senzor bio spreman za sljedeće očitavanje. Također, kako bi senzor ispravno radio, potrebno je postaviti osvjetljenje ispod uzorka vina.

## 2. OČITAVANJE PARAMETARA VINA

### 2.1. Parametri vina

Pri proizvodnji vina, posebice vina veće kvalitete, kroz cijeli postupak potrebno je detaljno mjeriti i pratiti razne parametre vina kao što su reducirajući šećeri, ukupna kiselina, alkoholna jakost, pH vrijednost i drugo. Metode koje se koriste prilikom analiza vina su određene Zakonom o vinu, i za svaku metodu postoje točno utvrđene granice koje nam ukazuju na kvalitetu samog vina [1]. Postupak proizvodnje počinje već sa berbom grožđa, odnosno cijedenjem grožđa u mošt, pa nam je vrlo važno već u tom trenutku znati količinu šećera kako bi mogli predvidjeti postotak alkohola u krajnjem proizvodu. Zbog toga i drugih procesa potrebna nam je redovita kontrola parametara kako bi na vrijeme mogli utjecati i pravilno reagirati, te primijeniti određena sredstva kako bi krajnji proizvod bio kvalitetan i siguran [2].

Kada govorimo o zaštiti vina, važnu ulogu ima  $\text{SO}_2$ . A da bi vino mogli pravilno zasumporiti tj. na taj način konzervirati i očuvati od oksidacije, potreban nam je točan podatak o količini sumpora koji je u vino dospio još od berbe samoga grožđa. Tek kada znamo taj podatak možemo pravilno zaštititi vino, bez da se razviju neželjene posljedice [1].

Također, važan parametar vina je i postotak alkohola u vinu, a on direktno ovisi o količini šećera u samom grožđu. Način za određivanje alkohola u vinu prije samog očitavanja naziva se Brix. Brix je mjera razine šećera u vinskom grožđu koja na kraju određuje koliko će alkohola imati vino. Svaki gram šećera koji se fermentira pretvara se u oko pola grama alkohola, pa ako sva količina šećera koja se nalazi u grožđu završi fermentaciju, tablica procjene alkohola u vinu izgleda kao na slici 2.1.

Tablica 2.1. Ovisnost šećera o potencijalnom postotku alkohola u vinu

Brix	Baumé	°Oechsle	Specifična gravitacija	Potencijalni alkohol
14	7.8		1.0568	7.6
15	8.3		1.0611	8.2
16	8.9	65	1.0654	8.8
17	9.4	69.8	1.0698	9.5
18	10.0	74.1	1.0741	10.1
19	10.6	78.5	1.0785	10.8
20	11.1	83	1.0830	11.5
21	11.7	87.4	1.0875	12.2
22	12.2	91.9	1.0920	12.9
23	12.8	96.5	1.0965	13.6
24	13.3	101	1.1011	14.4
25	13.9	105.6	1.1057	15.1
26	14.4	110.3	1.1103	15.9
27	15	114.9	1.1150	16.7
28	15.6	119.6	1.1197	17.5

Naravno, ova tablica nije uvijek u potpunosti precizna zbog različitih metoda i tehnika vinarstva, ali nam može približno reći parametre prije same izrade vina. Na primjer, ako vino ima manji mogući postotak alkohola nego što ova tablica pokaže za određeno mjerenje Brix-a to može značiti da je vino bilo razvodnjeno tijekom izrade. Ova tehnika se koristi u toplijim sredinama gdje grožđe obično postane vrlo slatko kada je spremno za berbu. Također može značiti i da je vino dodatno zašćereno s relativno malim postotkom alkohola u vinu, pa tada ova tablica neće prikazivati točne podatke [3].

## 2.2. Spektrometrija

Spektrometrija je grana analitičke kemije koja se bavi mjerenjima međudjelovanja elektromagnetskog zračenja s česticama tvari [4]. Na taj način se vrlo precizno mjere valne duljine elektromagnetskih zračenja ili druge veličine proporcionalne energiji zračenja kao što su valni broj ili frekvencija. Iz tih mjerenja i njihovih podataka mogu se dobiti vrijedne informacije o sastavu analiziranih uzoraka, kao i količine tvari u uzorku pa se zato često koriste u određivanju parametara vina.

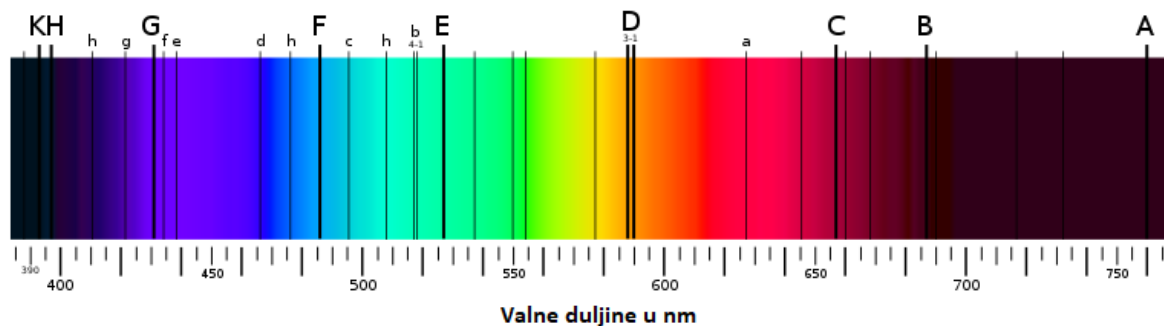
Spektrometrijska analiza je primjena prijašnje navedenih tehnika za prepoznavanje, određivanje kemijskog sastava, količine ili strukture neke tvari. Položaj (valna duljina) registriranih spektralnih linija pruža podatke za kvalitativnu, a njihova jakost (intenzitet) za



kvantitativnu kemijsku analizu [5]. Ona se provodi uporabom spektrometrijskih uređaja (refraktometara), a oni mogu biti analogni i digitalni.

Atomska spektrometrija predstavlja temelj određivanja kemijskih elemenata. U atomskoj emisijskoj spektrometriji valna duljina je karakteristična za atome određenih elemenata, a intenzitet je karakterističan za njegovu koncentraciju. Na taj način mogu se odrediti nalaze li se određene tvari u sastavu i, ako se nalaze, količina tih tvari (Slika 2.2.).

Spektrometar je uređaj koji elektronskim detektorom snima spektar i mjeri njegov intenzitet, odnosno uređaj koji koristi tehnike spektrometrijske analize za određivanje navedenih parametara. On se sastoji od izvora zračenja, monokromatora i detektora. Prvo je potrebno staviti uzorak u spektrometar, a zatim će on izmjeriti jakost određene valne duljine elektromagnetskog zračenja koji je taj uzorak emitirao.



Slika 2.2. Valne duljine u atomskoj spektrometriji

### 2.3. Analogni refraktometar

Za očitavanje prethodno navedenih parametara vina koriste se razni uređaji koji mogu biti niže cijene, ali i niže kvalitete i točnosti, te visoke cijene s visokom preciznošću. Primjer uređaja koji se koristi za očitavanje parametara, prvenstveno šećera u vinu, je analogni refraktometar (Slika 2.3.).

Analogni refraktometar je ručni, optički instrument koji služi za mjerenje suhe tvari u nekoj otopini. Pomoću njega se količina šećera u vinu određuje na temelju refrakcije, odnosno na temelju loma svjetlosti kada ono prelazi iz jedne tvari u drugu.



Slika 2.3. Analogni refraktometar

Naime, velika prednost ovakvog uređaja je što je vrlo dostupan i relativno jeftin, pa je često korišten za određivanje približne vrijednosti količine šećera, ali nije nužno visoke preciznosti zbog moguće ljudske pogreške pri očitavanju mjerenja. Takav uređaj obično se koristi u manjim vinarijama ili OPG-ovima gdje visoka preciznost u mjerenju parametara nije previše bitna.

## 2.4. Digitalni refraktometar

Ukoliko želimo visoku točnost, odnosno preciznost u mjerenju parametara potreban nam je kvalitetniji, a pritom i dosta skuplji uređaj. Primjer jednog takvog uređaja je Lyza 5000 koji omogućuje precizno očitavanje i do 14 parametara vina s jednim gumbom (Slika 2.4.). Ovakav uređaj nije namijenjen za male vinarije, nego za veće vinarije koje proizvode kvalitetnije vino, a da bi to bilo moguće potreban je uređaj koji kroz svaki stupanj proizvodnje može precizno pratiti parametre kako bi se dobio što kvalitetniji proizvod.

Tehničke specifikacije uređaja:

- minimalni uzorak: 14 ml
- vrijeme mjerenja: 31 sekunde
- dimenzije 450 x 340 x 240 mm
- napajanje: 100 to 240 V, 47 to 63 Hz
- masa: 15.2 kg
- komunikacijska sučelja: 5 x USB, RS-232, CAN, Ethernet, WiFi5

- zaslon: 10.1 inch, PCAP zaslon na dodir
- točnost mjerenja:  $\pm 0.03$  °C [6].



Slika 2.4. Analizator vina Lyza 5000

Trenutno postoje brojni digitalni refraktometri koji su, kao i prethodno navedeni primjer, relativno skupi, ali nude mjerenja mnoštvo parametara. No, često nam zapravo trebaju mjerenja samo nekolicine tih parametara, pa se investicija u ovakav uređaj ne isplati. Upravo zbog toga je u ovom završnom radu opisana izvedba uređaja koji, uz relativno malu cijenu izrade, nudi mjerenja samo najpotrebnijih parametara vina.

### 3. OPIS KORIŠTENIH ELEKTRONIČKIH ELEMENATA

#### 3.1. Spektrometrijski senzor Hammatsu C14384MA-01

Hammatsu C14384MA-01 (Slika 3.1.) je mikro-spektrometrijski senzor koji detektira valne duljine svjetlosti i njihove intenzitete. Ovaj senzor pruža veliku osjetljivost i preciznost u infracrvenom području rada i kao takav omogućuje dohvaćanje kontinuiranog spektra. Za razliku od prethodnih modela, ovaj senzor ima veću osjetljivost i spektralni raspon: od 640 do 1050 nm. Senzor je smanjen do krajnjih granica zahvaljujući jedinstvenom optičkom dizajnu tvrtke Hammatsu što omogućuje da uređaji koji koriste ovaj senzor budu kompaktniji [7].

Pošto je senzor kompaktna, otporan i ima vrlo malu potrošnju energije, on je idealan odabir za ovakav projekt zato što pomoću njega možemo izmjeriti sve najpotrebnije parametre vina.

Tehničke specifikacije senzora:

- spektralni raspon: 640 – 1050 nm
- rezolucija: 20 nm
- broj piksela: 256
- minimalni napon napajanja: 4.75 V
- dimenzije:  $11.5 \times 4 \times 3.1$  mm
- masa: 0.3 g.



Slika 3.1. Senzor Hammatsu C14384MA-01

### 3.2. Peristaltička pumpa

Peristaltička pumpa izabrana za ovaj projekt je zapravo mali istosmjerni motor na čiju je osovinu stavljen nastavak koji služi za potiskivanje tekućine (Slika 3.2.). Princip rada ovakve pumpe se temelji na naizmjeničnom potiskivanju cijevi i njihovom povratku u prvobitni oblik. Valjci koji su u dodiru s rotorom motora potiskuju cijev, prilikom čega se tekućina potiskuje u smjeru okretaja rotora. Nakon toga pritisnuti dio cijevi nastoji se vratiti u početni položaj, pri čemu se stvara vakuum koji uvlači još tekućine u cijev [8].



Slika 3.2. Peristaltička pumpa

Ovakva pumpa idealna je za projekte gdje nije potrebno potisnuti puno tekućine, ali je potrebno dobro upravljati količinom potisnute tekućine. Za ovaj projekt je potrebno potisnuti samo malu količinu vina za očitavanje, a zatim veću količinu vode koja će isprati vino. To je moguće zato što ova pumpa ima relativno laku regulaciju protoka tekućine i to regulacijom napona. Pri naponu od 12V pumpa ima protok od oko 100 ml/min, a ako se napon smanji, smanjuje se i protok.

Osnovne karakteristike:

- radna struja: 300mA
- unutarnji presjek cijevi: 3mm
- vanjski presjek cijevi: 5mm
- radna temperatura: 0° C do +40° C
- protok tekućine: 20-100 ml/min.

### 3.3. Infracrvena dioda

Da bi senzor mogao precizno očitati parametre u zatvorenom kućištu, potrebno je imati pozadinsko osvjetljenje. Za ovaj senzor idealno pozadinsko osvjetljenje je izvor infracrvenog zračenja.

Za potrebe ovog projekta odabrana je PIN fotodioda ZPDP38B-S90 (Slika 3.3.) koja vrlo jednostavna i kompaktna, a nudi sasvim dovoljno pozadinsko osvjetljenje. Neke od karakteristika ove diode su velika izlazna snaga, brz odaziv, širok kut osvjetljenja te mala cijena.

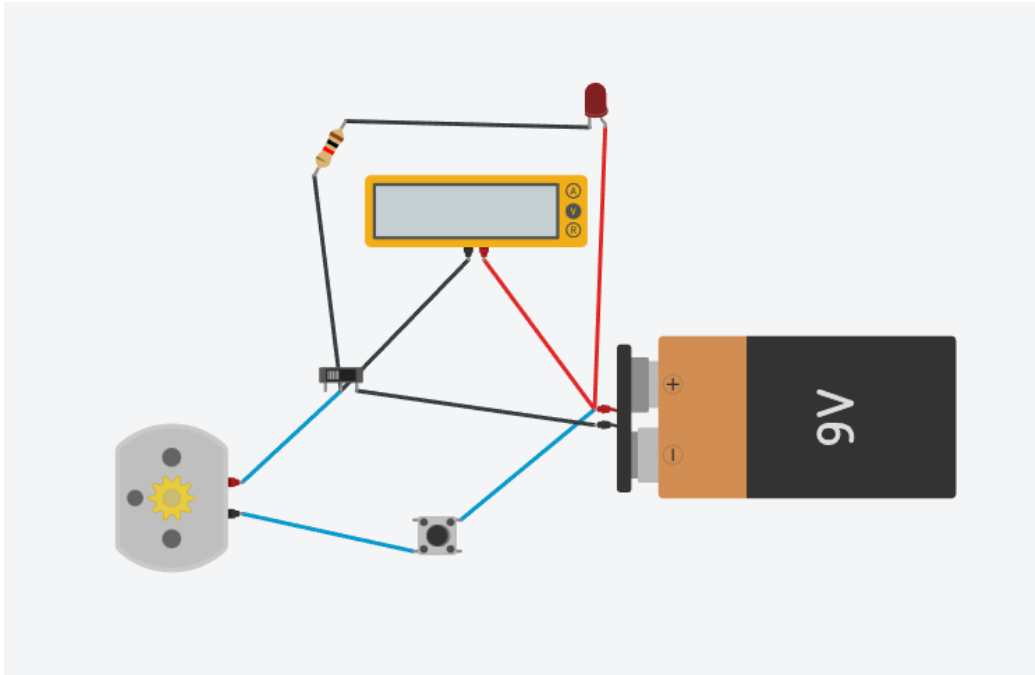
Pošto je dioda vrlo mala, ona ne zahtijeva puno energije za vrijeme rada, pa zato moramo ograničiti struju korištenjem otpornika od 1000 Ohma.



Slika 3.3. Infracrvena dioda

### 3.4. Shema spoja

Prema slici 3.4. možemo vidjeti osnovnu shemu spoja elektroničkih elemenata uređaja. Vidimo da se, uz prije navedene elemente, na shemi nalaze i dvije sklopke. Sklopka na plavoj liniji je gumb koji služi za pokretanje pumpe, a sklopka u sredini je glavna sklopka kojom se uređaj uključuje i isključuje. Kada pomoću te sklopke uključimo uređaj, senzor i infracrvena dioda se odmah uključe i ostaju uključeni sve dok se uređaj ne isključi. To ne predstavlja problem zato što su oba elementa vrlo male potrošnje, no za pumpu moramo imati dodatan gumb tako da ona radi samo kada je gumb pritisnut.



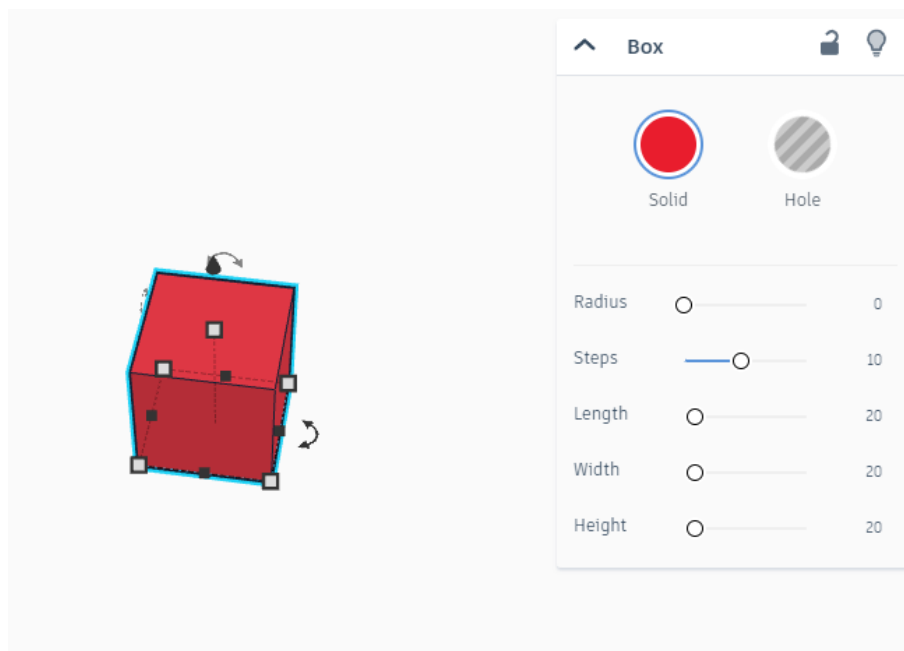
Slika 3.4. Osnovna shema spoja

## 4. MODEL KUĆIŠTA

Kada su odabrani svi elektronički elementi, te napravljena shema spoja uređaja, možemo dizajnirati i izraditi model kućišta u kojem će se sve nalaziti. Kako uređaj nema puno elemenata i kućište nije zahtjevno za napraviti, najbolja opcija za izradu modela je neki od besplatnih aplikacija dostupnih na internetu. Za ovaj model odabrana je aplikacija Tinkercad.

### 4.1. Aplikacija Tinkercad

Tinkercad je besplatni program za 3D modeliranje koji se u potpunosti pokreće na internetskom pregledniku, a najviše se koristi u svrhu izrade modela za 3D printanje [9]. On se zasniva na metodi konstruktivne geometrije u kojoj se model napravi od osnovnih objekata kao što su kvadar, valjak ili kugla. Ti osnovni objekti mogu biti puni ili prazni, te njihovom kombinacijom se mogu napraviti složeniji objekti koji također mogu biti ili puni ili prazni. Takvom kombinacijom složenih i osnovnih oblika, od kojih su neki puni, a neki prazni, možemo dobiti krajnji oblik 3D modela spremnog za izvoz i 3D printanje.



Slika 4.1. Parametri oblika u Tinkercadu

Na slici iznad vidimo prethodno opisane parametre za puni ili prazni oblik, te također vidimo da vrlo lako možemo mijenjati ostale parametre kao što su zaobljenje, broj ploha, te dimenzije oblika (Slika 4.1.).



Nakon izrade željenog modela Tinkercad omogućuje izvoz modela u nekoliko različitih formata, a ujedno i u formatu .STL koji je nama potreban zbog 3D printanja.

Osim izrade 3D modela, Tinkercad omogućuje i izradu jednostavnih strujnih krugova i shema pomoću koje je napravljena i osnovna shema strujnog kruga uređaja sa slike prije. Tinkercad ima mnoštvo elektroničkih elemenata u svojoj bazi, a sadrži čak i Arduino paket koji je vjerojatno i najpopularniji. On nije prigodan za izradu složenih shemi, već samo za izradu osnovnih shema za učenje i grubo prikazivanje elemenata nekog uređaja.

Uz izradu shema i krugova, Tinkercad omogućuje i njihovu simulaciju pomoću Arduino Uno ili Micro Bit pločica. Značajna prednost u ovoj simulaciji je da se mogu simulirati dvije sheme odjednom, npr. komuniciranje dvije Arduino pločice.

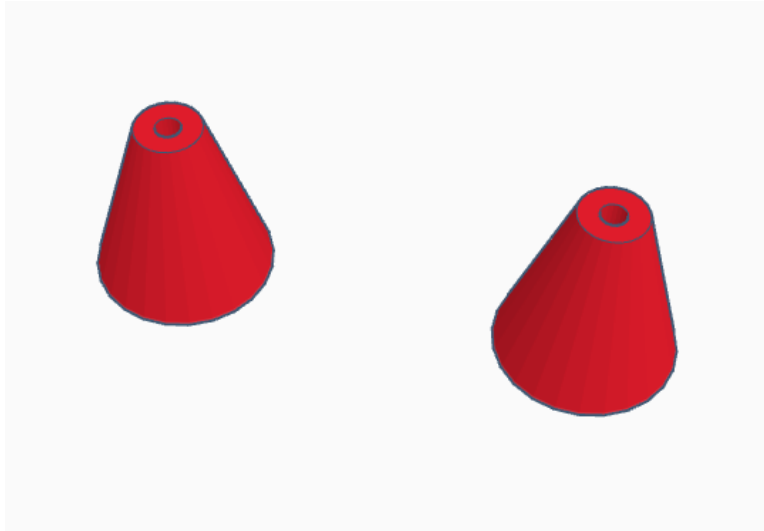
## **4.2. Izrada 3D modela**

Izradu 3D modela započinjemo mjerenjem dimenzija svih elemenata kako bi se moglo napraviti kućište odgovarajuće veličine. Također, mjerenjem dimenzija elemenata osigurano je da kućište bude kompaktno, te da na kraju trajanje printanja i dimenzije odgovaraju 3D printeru tako da se model može isprintati bez greške.

Nakon mjerenja dimenzija svih elemenata očigledno je da je pumpa najvećih dimenzija, pa će se model kućišta napraviti što manji, a opet da ima dovoljno mjesta za učvrstiti pumpu. To znači da su najmanje moguće dimenzije kućišta sljedeće:

- 140 milimetara dužine
- 80 milimetara širine
- 80 milimetara visine.

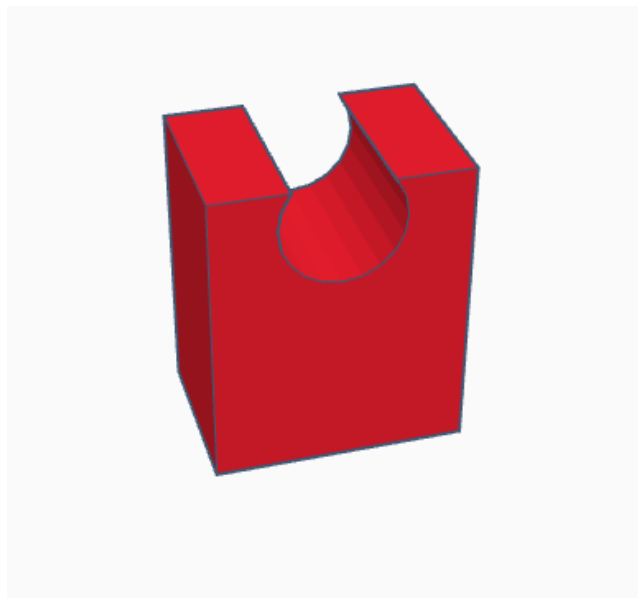
Odabrano mjesto za pumpu je uz jednu stranu kućišta s cijevima prema sredini kućišta zato što na taj način možemo saviti cijevi bez da ograničimo protok tekućina kroz cijevi. Da se pumpa ne pomiče unutar kućišta moramo pronaći način kako da ju učvrstimo za samo kućište. Najbolje i najsigurnije rješenje za to je napraviti potpore (Slika 4.2.) koje će držati pumpu malo podignutu od poda, a koje će ujedno i omogućiti korištenje malih vijaka da se pumpa pričvrsti.



Slika 4.2. Nosači pumpe

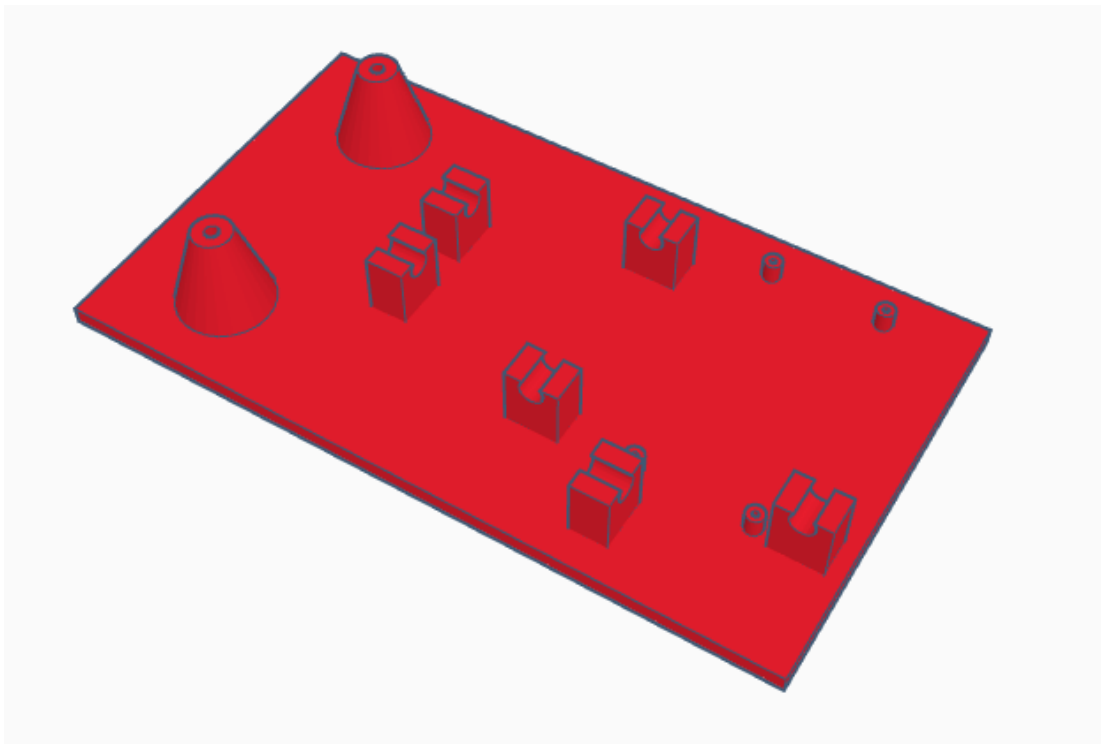
Također potrebno je izmjeriti i razmak između rupa za vijke na samoj pumpi kako bi se nosači sa slike iznad mogli precizno postaviti da bi pumpa bila pravilno pričvršćena.

Nadalje, kada je pumpa postavljena potrebno je osigurati da se cijevi, prilikom djelovanja sila kod pritiskanja tekućine, ne pomiču unutar kućišta da ne dođe do pucanja ili proljevanja tekućine. Kao rješenje tog problema napravljen je nosač za cijevi (Slika 4.3.) koji će se postaviti na razmacima cijelom dužinom prolaska cijevi, te na mjestima gdje se cijev savija odnosno zakreće.



Slika 4.3. Nosač cijevi

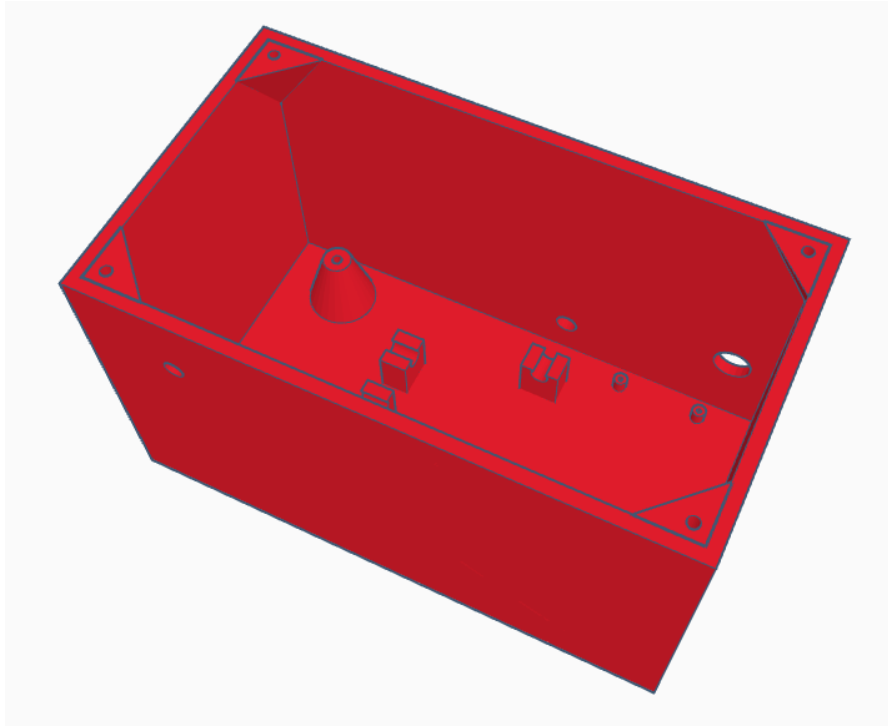
Kada su napravljeni svi potrebni nosači, svi elementi spojeni su u jedan oblik. Prvo je napravljen pod kućišta koji će biti 140 milimetara dužine, 80 milimetara širine i 3 milimetra visine. Pod služi kao baza kućišta na koju se slažu svi drugi oblici. Osim dva prethodna nosača potrebno je napraviti i male nosače na koje će se, pomoću vijaka, pričvrstiti pločica sa senzorom i integriranim krugom koji kontrolira senzor. Pločica je 53 milimetra dugačka i 30 milimetara široka, pa ona bez problema stane u zadane dimenzije kućišta. Na slici 4.4. vidi se pod kućišta koji predstavlja jedan oblik napravljen spajanjem svih prethodno navedenih oblika.



Slika 4.4. Pod kućišta

Na lijevoj strani kućišta će biti pričvršćena pumpa na odgovarajućim nosačima, a prva cijev pumpe će biti zakrivljena prema gore i služi kao dovod, odnosno priključak za tekućinu. Druga cijev pumpe zakrivljena je prema dolje i ona će dovoditi tekućinu do senzora koji će se, na pločici zajedno sa integriranim krugom, nalaziti na četiri manja nosača na desnoj strani. Nakon što senzor očita parametre tekućina će kroz istu cijev biti izbačena na desnu stranu kućišta.

Nakon toga potrebno je zatvoriti kućište tako da se dobije kutija u kojoj će svi elementi biti kompaktni i zaštićeni. Podignuta su četiri zida na visinu od 80 milimetara što je dovoljno da najveći element (pumpa) stane unutra, te da se kućište može zatvoriti (Slika 4.5.).



Slika 4.5. Kućište

Nadalje, u zidovima kućišta potrebno je ostaviti rupe za dovodnu cijev, odvodnu cijev, rupu za napajanje i rupu za prekidač. Također potreban je način za zatvoriti kućište, a to je postignuto dodavanjem četiri objekata u svaki gornji kut s rupama za vijke. Posljednje je napravljen poklopac koji je dužine 140 milimetara i širine 80 milimetara, te visok 3 milimetra. On također sadrži rupe za vijke koje se poklapaju s rupama na glavnom dijelu kućišta.

Kako je ovaj 3D model relativno velik, te kako je vrijeme potrebno za 3D printanje ovakvog modela bilo preveliko, odlučeno je da će se samo isprintati pod kućišta sa svim potrebnim nosačima. Zidovi i poklopac biti će prepravljeni od postojećih modela kućišta kako bi zadovoljavali potrebe ovog uređaja.

## 5. ZAKLJUČAK

Kako bi jedna vinarija uspjela proizvesti kvalitetno vino, ono mora biti praćeno kroz cijeli postupak, odnosno njegovi parametri moraju toćno odgovarati dozvoljenim vrijednostima. Za tu svrhu koriste se različiti modeli spektrometara, no većina takvih spektrometara ima neku manu, te nije svaki spektrometar pogodan za sve parametre.

Pošto je vrlo teško pronaći kvalitetan spektrometar koji nije skup, a na koji ne utjeće ljudska pogreška kao što je analogni, napravljen je ovaj uređaj koji pruža upravo to. Uz samo nekolicinu elektronićkih komponenti i jednostavno kućište, ovaj uređaj može relativno precizno mjeriti najpotrebnije parametre vina kako bi i manje vinarije ili različita poljoprivredna gospodarstva mogle proizvesti kvalitetna vina.

Iako model kućišta nije mogao biti isprintan kako je to bilo dizajnirano, uz korištenje postojećih modela kućišta i uz male prepravke krajnji model će biti vrlo sličan planiranom. Također, zbog trenutnog nedostatka senzora, model nije mogao biti u potpunosti završen, no prema slici P.4.1. u priložima vidimo kako je printanje 3D modela bilo uspješno te svi elementi mogu biti pravilno postavljeni. Posljednje će biti dodane stranice i poklopac kućišta na koju će se pričvrstiti ploćica s elektronikom i priključak za napajanje.

## LITERATURA

- [1] „Analiza vina“ <https://www.vinoplod-vinarija.hr/hr/analiza-vina> , posjećeno: 2.9.2022.
- [2] „Određivanje šećera u moštu i kako ga došeceriti“<https://www.agroklub.com/vinogradarstvo/odredivanje-secera-u-mostu-i-kako-ga-doseceriti/63232/> , posjećeno: 2.9.2022.
- [3] „Brix“ <https://ovinu.info/sta-je-brix> , posjećeno: 5.9.2022.
- [4] „Spektrometrija“ <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=57377> , posjećeno: 6.9.2022.
- [5] „Spektrometrijska analiza“ <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=57378> , posjećeno: 6.9.2022.
- [6] „Lyza 5000“ <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/lyza-5000-wine> , posjećeno: 7.9.2022.
- [7] „Senzor Hamamatsu C14384MA-01“ <https://www.hamamatsu.com/jp/en/product/optical-sensors/spectrometers/mini-spectrometer/C14384MA-01.html> , posjećeno: 8.9.2022.
- [8] „Kako funkcioniraju peristaltičke pumpe Verderflex?“ <https://www.verderliquids.com/hr/hr/kako-funkcioniraju-peristalticke-pumpe-verderflex/> , posjećeno: 8.9.2022.
- [9] „Tinkercad“ <https://en.wikipedia.org/wiki/Tinkercad> , posjećeno: 8.9.2022.

## SAŽETAK

Primarni cilj ovog završnog rada je proučavanje mjerenja parametara vina, te postojećih načina za provedbu tih mjerenja. Nakon toga predstavljeno je jednostavnije rješenje koje može obavljati relativno precizna mjerenja, uz manju cijenu izrade. Rješenje se sastoji od prikupljanja elektroničkih elemenata potrebnih za realizaciju ovakvog uređaja, te nakon toga izrade elektroničke sheme gdje su svi elementi povezani i u funkciji. Nadalje, u aplikaciji Tinkercad dizajniran je i izrađen 3D model kućišta koji će držati sve elektroničke elemente na mjestu na kompaktan način. Ovaj uređaj, pomoću male peristaltičke pumpe dovodi vino na prikladno mjesto, te nakon obavljenih mjerenja ispire cijevi s vodom tako da uređaj bude spreman za nova mjerenja. Također, pomoću spektrometrijskog senzora, vrši mjerenja parametara u vinu, te određuje njihove količine.

**Ključne riječi:** Parametri vina, spektrometrija, 3D modeliranje, peristaltička pumpa, senzor

# CASE MODEL FOR SPECTROMETRIC READING OF WINE PARAMETERS

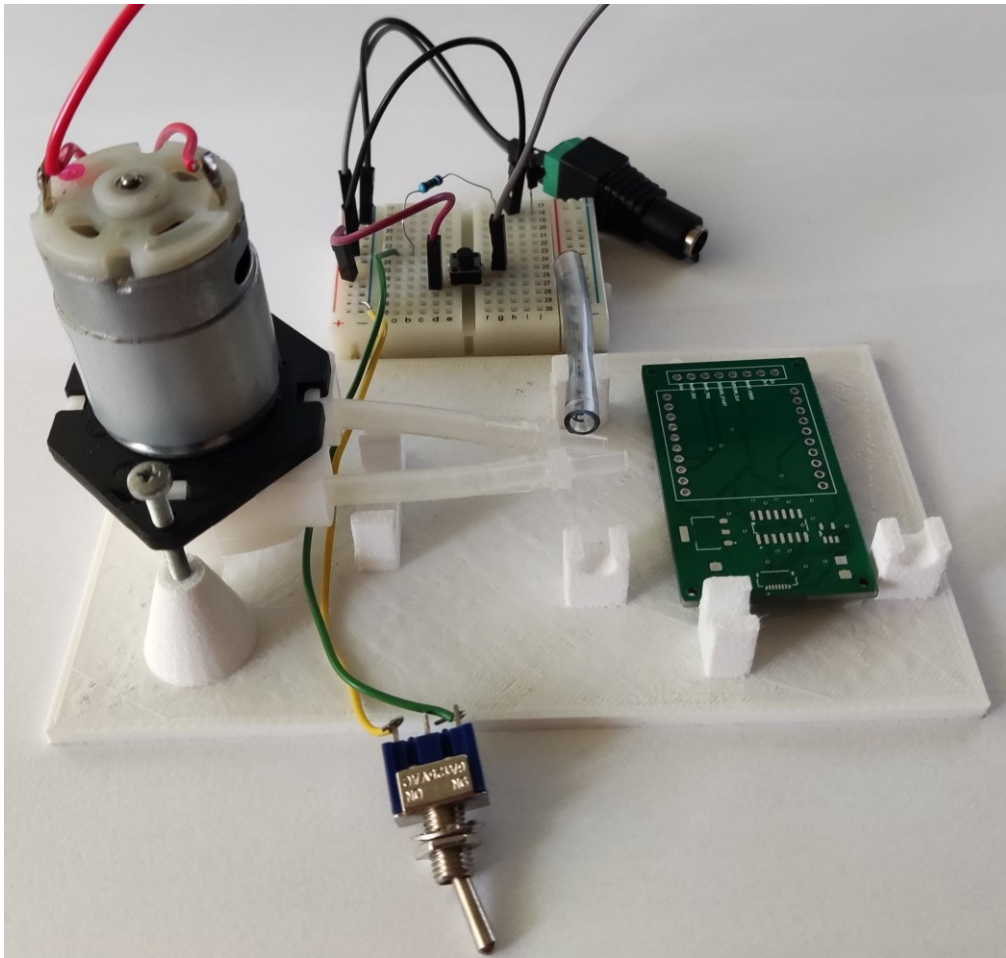
## ABSTRACT

The main goal of this thesis is studying the measurements of wine parameters and the current implementations of these measurements. After discovering the current ways of measuring the parameters, a simpler solution was presented which can perform relatively precise measurements while being cheaper to manufacture. The solution is comprised of gathering electronic components necessary for designing a device like this and making a schematic which contains all the listed components. Secondly, a 3D model, which will house the components in a compact way, was designed and built in Tinkercad. This device can bring a small amount of wine on the appropriate spot using a small peristaltic pump and when the measuring is completed, it washes away the remaining wine with water, so the device is ready for the next measurement. Using the spectrometric sensor, the device measures all the necessary parameters in the wine and determines their quantities.

**Keywords:** Wine parameters, spectrometry, 3D modeling, peristaltic pump, sensor



## PRILOZI



P.4.1. Završni model