

# Fermentacija grožđa i elaborat tehničko - tehnološkog rješenja male destilerije

---

Cvetković, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:751928>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2022.

Tea Cvetković

**FERMENTACIJA GROŽĐA I  
ELABORAT TEHNIČKO –  
TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA  
MALE DESTILERIJE**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju vrenja i kvasca na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno – biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Jasne Mrvčić.

## ZAHVALA

*Zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Jasni Mrvčić na svesrdnoj pomoći, suradnji i izdvojenom vremenu tijekom izrade diplomskog rada. Hvala Vam na susretljivosti, razumijevanju i svom stručnom znanju koje ste mi prenijeli. Zaista je bio užitak sradivati s Vama.*

*Hvala svim prijateljima, posebno Stefanu, Martinu, Karolini, Edini, Miriam, Maji i Jeleni na neizmjerne podršci tijekom cijelog studija.*

*Najviše zahvaljujem svojim roditeljima, bratu i šogorici koji su konstantna podrška od prvog dana mog fakultetskog obrazovanja. Hvala vam za neizmjernu podršku i razumijevanje.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno – tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju vrenja i kvasca

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Diplomski sveučilišni studij: Prehrambeno inženjerstvo

FERMENTACIJA GROŽĐA I ELABORAT TEHNIČKO – TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA MALE  
DESTILERIJE

*Tea Cvetković*, univ. bacc. ing. techn. aliment  
0058210273

**Sažetak:** Zemljopisni položaj Dalmacije omogućuje idealne uvijete za uzgoj vinove loze. Mala destilerija Cvetković smještena je u gospodarsku zonu Ravča, grada Vrgorca. Idealan geografski položaj, s odličnom cestovnom povezanošću te blizina sirovine, čini lokaciju izvrsnom za uspješno poslovanje male destilerije te doprinosi gospodarskom razvoju lokacije. Rakija od grožđa, uvriježenog naziva lozovača, proizvodi se destilacijom prevrele komine grožđa. Često se za proizvodnju koristi grožđe s manjim udjelom šećera, od kojeg se ne može proizvesti vrhunsko vino ili od grožđa stolnih sorti koje nije plasirano na tržište. Cilj rada je izrada elaborata tehničko – tehnološkog rješenja male destilerije, na osnovu podataka dobivenih tijekom laboratorijske proizvodnje rakije od grožđa. Elaborat sadrži materijalnu i energetska bilancu, popis potrebnih uređaja, prostorija i radne snage te tlocrt pogona. Pri izradi elaborata potrebno je zadovoljiti sve higijenske i zakonske propise koji omogućuju preradu osjetljivih i manje zastupljenih sorti grožđa koja ne daju vina vrhunske kvalitete, u premium proizvod, lozovaču.

**Ključne riječi:** *mala destilerija, lozovača, elaborat tehničko – tehnološkog rješenja, fermentacija grožđa*

**Rad sadrži:** 68 stranica, 36 slika, 9 tablica, 57 literaturnih navoda, 1 prilog

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasna Mrvčić

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. prof. dr. sc. Sandra Albino (predsjednik)
2. prof. dr. sc. Jasna Mrvčić (mentor)
3. prof. dr. sc. Damir Stanzer (član)
4. prof. dr. sc. Vlatka Petravić Tominac (zamjenski član)

**Datum obrane:** 30. rujna 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Department of Food Engineering**  
**Laboratory for Fermentation and Yeast Technology**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences  
**Scientific field:** Food Technology

**Graduate university study programme:** Food Engineering

### GRAPE FERMENTATION AND THE STUDY OF THE TECHNICAL – TECHNOLOGICAL SOLUTION OF SMALL DESTILLERY

*Tea Cvetković*, univ. bacc. ing. techn. aliment.  
0052810273

**Abstract:** The geographical position of Dalmatia provides ideal conditions for growing vines. The small distillery Cvetković is located in the economic zone of Ravča, in town of Vrgorac. The ideal geographical position, with excellent road connections and proximity to raw materials, makes the location excellent for the successful operation of a small distillery and contribution to the economic development of the location. Lozovača is produced by distilling grape pomace. Grapes with a lower sugar content are often used for production, from which top quality wine cannot be produced, or from grapes of table varieties that have not been placed on the market. The purpose of this work was to prepare the study of technical – technological solution of a small distillery. The report contains a material and energy balance, a list of necessary devices, space and manpower, as well as a floor plan of the facility. It is necessary to satisfy all the hygiene and legal regulations that enable the processing of sensitive and less common grape varieties that do not produce top quality wines in a premium product, “lozovača”.

**Keywords:** *small distillery, lozovača, study of technical – technological solution, grape fermentation*

**Thesis contains:** 68 pages, 36 figures, 9 tables, 57 references, 1 supplement

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in:** The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** Jasna Mrvčić, PhD, Full professor

**Reviewers:**

1. Sandra Balbino, PhD, Full professor (president)
2. Jasna Mrvčić PhD, Full professor (mentor)
3. Damir Stanzer PhD, Full professor professor (member)
4. Vlatka Petravić Tominac, PhD, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** September 30<sup>th</sup>, 2022

## Sadržaj

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2.1. TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE .....	2
2.1.1. Poduzetnička ideja .....	3
2.1.2. Projektni zadatak.....	3
2.1.3. Prethodno istraživanje.....	3
2.1.4. Studija izvedivosti.....	4
2.1.5. Glavni projekt .....	4
2.1.6. Izvedbeni projekt .....	5
2.1.7. Zakonska regulativa .....	5
2.2. PROJEKTIRANJE MALE DESTILERIJE.....	6
2.2.1. Registracija male destilerije .....	6
2.2.2. Tehnološki postupak proizvodnje rakije od grožđa .....	7
2.3. OPIS SIROVINE.....	15
2.3.2. Zlatarica vrgorska .....	15
2.4. OPIS PROIZVODA .....	16
2.5. OPIS NUSPROIZVODA .....	17
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>18</b>
3.1. OPIS PROCESA PROIZVODNJE RAKIJE OD GROŽĐA U LABORATORIJU .....	18
3.2. ANALITIČKE METODE .....	19
3.2.1. Određivanje količine suhe tvari refraktometrom u sirovini .....	19
3.2.2. Određivanje volumnog udjela etanola u prevreloj komini Martin – Dietrich metodom .....	19
3.2.3. Određivanje alkoholne jakosti u frakcijama destilacije alkoholmetrom.....	20
3.3. PROJEKTNI ZADATAK .....	20
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>22</b>
4.1. MATERIJALNA BILANCA LABORATORIJSKOG PROCESA PROIZVODNJE ..	22
4.2. MATERIJALNA BILANCA MALE DESTILERIJE .....	26
4.3. ANALIZA MAKROLOKACIJE .....	29
4.4. ANALIZA MIKROLOKACIJE.....	30



4.5. PROIZVODNI PROCES MALE DESTILERIJE .....	32
4.5.1. Prijem sirovine i čišćenje .....	33
4.5.2. Fermentacija.....	35
4.5.3. Destilacija .....	37
4.5.4. Odležavanje.....	41
4.5.5. Finalizacija proizvoda.....	41
4.5.6. Punjenje u boce .....	43
4.5.7. Blok shema.....	45
4.5.8. Energetska bilanca .....	46
4.6. SKLADIŠNI PROSTOR.....	46
4.6.1. Skladištenje sirove rakije .....	47
4.6.2. Skladište ambalaže.....	47
4.6.3. Skladište gotovog proizvoda.....	48
4.6.4. Skladište nusproizvoda .....	50
4.6.5. Skladište pomoćne aparature i kvasca .....	50
4.6.6. Analiza ambalaže .....	50
4.7. POPIS UREĐAJA.....	53
4.8. POPIS PROSTORIJA .....	56
4.8.1 Tlocrt pogona.....	56
4.9. HIGIJENA.....	58
4.10. ZBRINJAVANJE OTPADA.....	59
4.10.1. Otpad nastao proizvodnjom lozovače.....	60
4.10.2. Preostali otpad.....	60
4.11. RADNA SNAGA.....	61
<b>5. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>62</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>63</b>
<b>7. PRILOZI.....</b>	<b>68</b>

# 1. UVOD

Zemljopisni položaj Republike Hrvatske karakterizira klimatsko sjecište dva klimatska tipa, kontinentalne klime na istoku i središnjem dijelu zemlje te mediteranske klime na južnom dijelu zemlje, preciznije, na području Dalmacije. Ovakav zemljopisni položaj omogućuje idealne uvjete za uzgoj vinove loze.

Vrgoračka krajina je područje na krajnjem istočnom dijelu Županije. Smještena je u zagorskom dijelu, a glavno središte je grad Vrgorac. Idealan geografski položaj, s odličnom cestovnom povezanošću te blizina sirovine, čini lokaciju izvrsnom za uspješno poslovanje male destilerije te doprinosi gospodarskom razvoju lokacije. Vinogradarstvo je najrazvijenija grana poljoprivrede grada Vrgorca s preko 4,5 milijuna čokota vinove loze. Vodeća obradiva poljoprivredna zemljišta su vinogradi. Udio uzgoja sorta stolnog grožđa iznosi 30 %, što nudi mogućnost nabave kvalitetne sirovine od lokalnog stanovništva, koje se neće koristiti za proizvodnju vina, ali će se iskoristiti za proizvodnju premium proizvoda, rakije od grožđa, uvriježenog naziva lozovača.

Lozovača se proizvodi destilacijom prevrele komine grožđa. Često se za proizvodnju koristi grožđe s manjim udjelom šećera, od kojeg se ne može proizvesti vrhunsko vino ili od grožđa stolnih sorti koje nije plasirano na tržište (Radovanović, 1986). Uspjeh proizvodnje vrhunske lozovače ovisi o kvaliteti sirovine, načinu prerade grožđa, provođenju alkoholne fermentacije, vremenu i načinu destilacije i odležavanju rakije. Upravo se izradom ovog tehničko – tehnološkog rješenja želi ponuditi mogućnost prerade grožđa u proizvod vrhunske kvalitete.

Cilj rada je provesti laboratorijski proces proizvodnje rakije od grožđa, nadzirati i opisati proces fermentacije te nastanak primarnih i sekundarnih produkata fermentacije grožđa, provesti dvostruku destilaciju te na temelju dobivenih rezultata izraditi elaborat tehničko – tehnološkog rješenja male destilerije. Pri izradi elaborata potrebno je zadovoljiti sve higijenske i zakonske propise, koji će omogućiti preradu osjetljivih i manje zastupljenih sorti grožđa koja ne daju vina vrhunske kvalitete, u premium proizvod, lozovaču.

## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE**

Tehnološko projektiranje je intelektualni proces koji obuhvaća različite postupke i usvojena znanja s ciljem plasiranja novog proizvoda na tržište ili unapređenje postojeće tehnologije proizvodnje. Obuhvaća sve faze razvoja proizvoda, kao i rješenja plasmana nusproizvoda na tržište ili alternativa za njihovo iskorištavanje kako bi u potpunosti iskoristili potencijal sirovina. Također, tehnološki projekt nudi rješenja gospodarenja otpadom. Realizira se u uvjetima ograničenog vremena, raspoloživih resursa, tehnološke izvodljivosti, zaštite okoliša i financijskih sredstava. Prilikom izrade tehnološkog projekta potrebno je primijeniti prethodno usvojena znanja, iskustva, tehničko – tehnološke te poslovne vještine, kako bi se dizajnirao optimalan pogon, kvalitetan proizvod i maksimiziralo iskorištenje cjelokupnog proizvodnog procesa (Šef i Olujić, 1988). Projektant, tj. prehrambeni tehnolog je taj koji povezuje teoriju i praksu te koristi iskustveno znanje kako bi dizajnirao ekonomičan projekt postrojenja. Zadatak je izraditi dizajn proizvodne linije i proizvodnog pogona kako bi proizveo kvalitetan prehrambeni proizvod, s minimalnim troškovima, istovremeno vodeći računa o higijenskim kriterijima proizvodnje prema važećim propisima. Uz prehrambenog tehnologa, na projektu surađuju ostali stručnjaci iz svojih područja; ekonomisti koji su zaduženi za izradu proračuna troškova i isplativost projekta, agronomi kojima je zadaća osigurati kvalitetnu sirovinsku osnovu i drugi. Također, potrebno je voditi računa o zakonskoj regulativi, dakle svaki objekt prehrambene industrije mora zadovoljiti zakonodavstvo Republike Hrvatske, a to su Zakon o gradnji (NN153/13), Zakon o hrani (NN81/13) te Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN81/13) (Balbino, 2016).

Tehnološko projektiranje sastoji se od 6 faza, a one su: poduzetnička ideja, projektni zadatak, prethodno istraživanje, izrada projekta (glavni i izvedbeni projekt), izgradnja te puštanje u pogon.

### 2.1.1. Poduzetnička ideja

Prva faza u realizaciji poslovnog projekta je poduzetnička ideja. To je ideja o konkretnoj ponudi proizvoda i usluga radi ostvarivanja što većeg profita, a potrebno ju je uskladiti s potražnjom na tržištu te preferencijama kupaca. Odnosi se na novi proizvod ili uslugu, postojeće proizvode proizvedene novim postupkom ili proizvodnja prilagođena određenim okolnostima u kojoj je moguće proizvesti jeftiniji i kvalitetniji proizvod (Balbino, 2016).

### 2.1.2. Projektni zadatak

Projektni zadatak je temeljni dokument projekta u kojem investitor definira ideju i potrebe projekta. Opisuju se potrebe investitora, problem u dosadašnjem sustavu ili nove potrebe i mogućnosti. Projektni zadatak sadrži ekonomske, tehnološke, pravne i vremenske zahtjeve. Razlikujemo projektne zadatke racionalizacije, rekonstrukcije, povećanja kapaciteta i izgradnje novog industrijskog objekta (Balbino, 2016).

### 2.1.3. Prethodno istraživanje

Prethodno istraživanje obuhvaća prikupljanje podataka iz literature ili razvoj procesa u laboratorijskim uvjetima. Na temelju rezultata istraživanja uspoređuju se idejna rješenja i izrađuje se tehnološka studija s optimalnim tehnološko – ekonomskim rješenjem.

Istraživanjem se prikupljaju podaci o svojstvima sirovina, proizvodu, te mogućim tehnologijama proizvodnje. Potrebno je poznavati dostupnost sirovine, cijenu, definirati kemijske i fizikalne karakteristike. Analiza proizvoda uključuje istraživanje kemijskih i fizikalnih svojstava, analizu tržišta proizvoda ovisno o njegovoj cijeni i kvaliteti. Kako bi se optimirao proizvodni proces, istraživanje procesa uključuje: utjecaj različitih tehnologija na kvalitetu gotovog proizvoda, vrste i količine nusproizvoda i otpada, iskorištenje jediničnih operacija, izrada energetske i materijalne bilance. U istraživanje se također uključuje procjena približnih troškova, radne snage i potrošnje energije ovisno o odabranoj tehnologiji (Balbino, 2016).

#### 2.1.4. Studija izvedivosti

Studija izvedivosti je dokument koji predstavlja prošireni tehnološki projekt s izrađenom ekonomskom analizom iz koje se vidi je li realno pristupiti realizaciji ideje. Drugim riječima, to je dokument koji donosi podatke o isplativosti i izvodljivosti investicijskog projekta. Za izradu studije izvedivosti zadužen je ekonomist. Poznavajući potrebno investicijsko ulaganje, investitor odlučuje o ulaganju vlastitih sredstava u izradu projekta ili se obraća određenim financijskim institucijama. Za investicije do 300 000 kn potrebno je izraditi poslovni plan, a za investicije veće od te sume, izrađuje se investicijski program. Izrađeni spomenuti dokumenti investicijskim institucijama omogućuju uvid u sve podatke o budućem poslovanju i presudni su kod donošenja odluke o financiranju investitora. Studije izvedivosti sadrže sve podatke o investitoru, podatke o poduzetničkoj ideji, opis lokacije, sirovine, proizvoda i tehnološkog procesa te analizu tržišta nabave sirovina i prodaje proizvoda. Također uključuje detaljnu ekonomsku analizu projekta koji se sastoji od proračuna dobiti i gubitaka te proračun razdoblja povrata investicije (Balbino, 2016).

#### 2.1.5. Glavni projekt

Glavni projekt je prema Zakonu o gradnji (NN153/13) skup projekata prema kojima se daje tehničko rješenje građevine te se dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu i svih propisanih zahtjeva i uvjeta. Izrađuje se kako bi se dobila potvrda za izvođenje glavnog projekta te građevinska dozvola. Osnova je za izradu dokumentacije za nadmetanje i izvedbenog projekta. Prema Zakonu o gradnji (NN153/13) razlikujemo, prema namjeni, arhitektonski, građevinski, elektrotehnički i strojarski projekt. Izradi glavnog projekta najčešće prethodi (ako je to propisano posebnim zakonom ili ako je potrebno) izrada krajobraznog elaborata, geometrijskog elaborata, prometnog elaborata, elaborata tehničko – tehnološkog rješenja ili tehnološkog projekta, elaborata od požara, elaborat zaštite na radu, elaborat zaštite od buke i druge (Balbino, 2016).

## *Tehnološki projekt*

Tehnološki projekt predstavlja temeljni projekt iz kojeg proizlaze ostali projekti te je neizostavni dio glavnog projekta. Detaljno razrađuje idejno rješenje, odabrano na osnovu rezultata prethodnog istraživanja i daje kvalitativnu i kvantitativnu osnovu o tome što će se proizvoditi, na koji način i u kojoj količini. Bez tehnološkog projekta nije moguće projektirati postrojenje niti izraditi ostale navedene projekte. Izrađuje se u svrhu izdavanja građevinske dozvole pod nazivom Elaborat tehničko – tehnološkog rješenja, prijave na natječaj za financiranje projekta te daje uvid o utjecaju izgradnje pogona i proizvodnog procesa na okoliš. Sadržaj tehnološkog projekta mora uključivati projektni zadatak, opis tehnološkog procesa te nacрте u mjerilu 1:50, 1:100 i 1:200. Uz navedeno, može uključivati analizu sirovina, analizu proizvoda, izbor minimalnog isplativog procesa, opis transporta, analizu i izradu materijalne i energetske bilance, potrebe na radnoj snazi, vrste i količine nusproizvoda i otpada, potrebe za laboratorijem za kontrolu kvalitete, opis higijensko – tehničke zaštite, sustave nadzora procesa, potrebe za zgradu, pristupne ceste i parkirališta (Balbino, 2016).

### 2.1.6. Izvedbeni projekt

Na osnovu izvedbenog projekta izrađuje se građevina, točno se definira izvedba postrojenja ili uređaja. Izrađen je na temelju glavnog projekta nakon definiranja isporučitelja opreme i izvođača radova (Balbino, 2016).

### 2.1.7. Zakonska regulativa

Svaki objekt prehrambene industrije, u Republici Hrvatskoj, mora poštivati zakone: Zakon o gradnji (NN 153/13), Zakon o hrani (NN 81/13) te Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13). Subjekti u poslovanju s hranom dužni su poštivati specifične zakonske propise i uredbе: Uredba o higijeni hrane (br. 852/2004), Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih načelima HACCP sustava (NN 68/2015), Pravilnik o registraciji subjekata te registraciji i odobravanju objekata u poslovanju s hranom (NN 84/2015), Pravilnik o vođenju Upisnika registriranih i odobrenih objekata te o postupcima registriranja i odobravanja objekata u poslovanju s hranom (NN 125/2008).

Zakonom o gradnji (NN 153/13) definira se projektiranje, građenje, odražavanje građevina. Osigurava se provedba upravnih postupaka koji osiguravaju zaštitu i prostorno uređenje. Odredbe spomenutog Zakona primjenjuju se na izgradnju svih građevina na teritoriju Republike Hrvatske. Svaka građevina, mora biti projektirana i izgrađena tako da ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu tijekom svog trajanja. Temeljni zahtjevi za građevinu propisani ovim Zakonom su: mehanička otpornost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, higijena, zdravlje i okoliš, sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe, zaštita od buke, gospodarenje energijom i očuvanje topline te održiva uporaba prirodnih izvora (Zakon, 2013a).

Utvrđivanje nadležnih tijela i propisivanje nadležnih tijela i obaveze subjekata u poslovanju s hranom i hranom za životinje propisuje se Zakonom o hrani (81/13). Utvrđivanjem službenih kontrola, propisivanjem upravnih mjera i prekršajnih odredbi zaštićuje se zdravlje potrošača i interes potrošača (Zakon, 2013b).

Prema Zakonu o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13) subjekt u poslovanju s hranom obavezan je registrirati objekt, provoditi ispitivanja prema mikrobiološkim kriterijima te uspostaviti i integrirati postupke temeljene na načelima HACCP sustava. Ovim Zakonom se također utvrđuju nadležna tijela, njihove zadaće i obveze subjekta u poslovanju s hranom, službene kontrole, upravne mjere i prekršajne odredbe (Zakon, 2013c).

## **2.2. PROJEKTIRANJE MALE DESTILERIJE**

Prema definiciji, malom destilerijom smatra se proizvođač etilnog alkohola koji, u komercijalne svrhe, godišnje proizvede do 10 hL apsolutnog alkohola (odnosno 2500 L 40 % - tne rakije). Pri tome, mora zadovoljiti sljedeće uvjete: mora biti pravno i ekonomski nezavisna od bilo koje druge destilerije i ne proizvoditi alkohol prema licenci. Dozvoljeno je proizvoditi samo etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) obuhvaćenog tarifnom oznakom KN 2207, tj. nedenaturirani etilni alkohol i sva jaka alkoholna pića obuhvaćena tarifnom oznakom KN 2208 (Pravilnik, 2019).

### **2.2.1. Registracija male destilerije**

Kako bi se stekao status male destilerije, trošarinski obveznik mora se registrirati u statusu proizvođača – ovlaštenog držatelja trošarinskog skladišta ili proizvođača izvan sustava odgode. Nakon toga, obveznik podnosi zahtjev za poslovanje u statusu male destilerije.

Također, potrebno je i podnijeti prijavu promjene podataka u registru trošarinskih obveznika pomoću elektroničkog obrasca PUR – prijava u registar trošarinskih obveznika. Proizvođač etilnog alkohola i proizvođač etilnog alkohola izvan sustava odgode, ima pravo na sniženu visinu trošarine samo ako nadležni carinski ured odobri proizvodnju u statusu male destilerije i ako proizvede do 10 hL apsolutnog alkohola godišnje (Pravilnik, 2019).

Uz elektronički Obrazac PUR prilaže se:

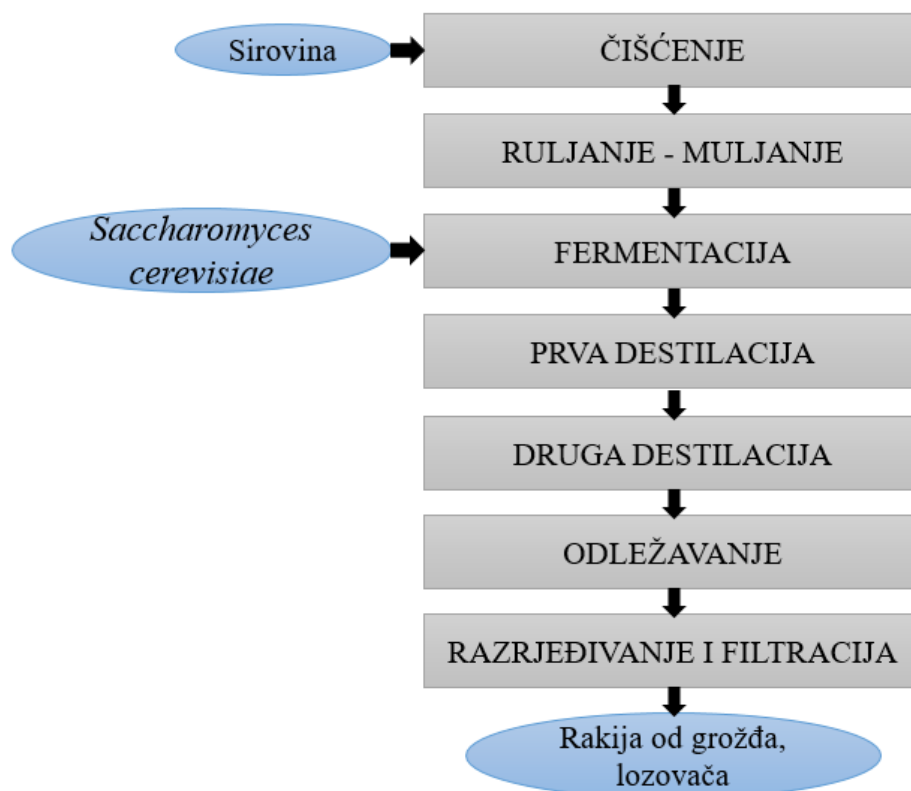
1. Zahtjev u kojem se navode podaci o statusu trošarinskog obveznika i podatke o predviđenoj godišnjoj proizvodnji etilnog alkohola.
2. Izjavu o pravnoj i ekonomskoj neovisnosti destilerije.
3. Skicu i opis proizvodnog prostora iz kojeg je vidljivo da su proizvodni i skladišni prostori fizički odvojeni od prostora bilo koje druge destilerije u kojoj se proizvodi etilni alkohol
4. Izjavu kojom se potvrđuje da se neće proizvoditi etilni alkohol prema licenci.

Verificirani elektronički obrazac u nadležnom carinskom uredu smatra se odobrenjem za proizvodnju, tj poslovanje u statusu male destilerije (Pravilnik, 2019).

#### 2.2.2. Tehnološki postupak proizvodnje rakije od grožđa

Osnovni tehnološki postupak proizvodnje rakije od grožđa, uvriježenog naziva lozovača, sastoji se od berbe sirovine, čišćenja, ruljanja – muljanja, alkoholne fermentacije, dvostruke destilacije, odležavanja i finalizacije proizvoda koja se sastoji od razrjeđivanja na konzumnu vrijednost i filtracije. Opća shema procesa prikazana je na slici 1.





**Slika 1.** Opća shema proizvodnje rakije od grožđa (Mrvčić, 2018)

### Berba

Vrijeme dozrijevanja sorte grožđa ovisi o vremenskim prilikama i tehnologiji uzgoja. Sve sorte se prema dobi dozrijevanja svrstavaju u više grupa, ovisno o sumi efektivnih temperatura. Najčešće se koristi klasifikacija prema Pulliatu (iz 19. stoljeća), koji je podijelio sorte u 5 grupa, usporedivši ih s ranim kultivarom Plemenka bijela, koja je tada bila jedna od najraširenijih sorti (tablica 1).

**Tablica 1.** Klasifikacija vremena dozrijevanja sorti prema Pulliatu (Maletić i sur., 2018)

Grupa	Vrijeme dozrijevanja	$\Sigma$ ET (°C) <sup>1</sup>
1. grupa, vrlo rane sorte	prije Plemenke	1000 - 1200
2. grupa, rane sorte	I. razdoblje – istovremeno sa Plemenkom	1201 - 1350
3. grupa, srednje kasne sorte	II. razdoblje – 15 dana nakon Plemenke	1351 - 1600
4. grupa, kasne sorte	III. razdoblje – 30 dana nakon Plemenke	1601 - 2000
5. grupa, vrlo kasne sorte	IV. razdoblje – 45 dana nakon Plemenke	> 2000

<sup>1</sup>  $\Sigma$  ET (°C) - suma efektivnih temperatura u °C. Računa se tako da se od srednje mjesečne temperature oduzme 10, zatim se dobiveni broj pomnoži s brojem dana u mjesecu za koji se računa. Izračun se provodi za sve mjesece od početka (1. travnja) do završetka vegetacije (31. listopada) (Maletić i sur., 2018).

Grožđe se bere u stadiju tehnološke zrelosti, kada je izmjerena količina suhe tvari u sirovini 20 – 24 °Brix. Ovakav kemijski sastav najpovoljniji je za provođenje fermentacije (Comfort, 2009). Sirovina koja se koristi za proizvodnju lozovače jest Zlatarica vrgoračka, koja dozrijeva početkom 3. razdoblja, o čemu će više biti rečeno u poglavlju 2.3. Opis sirovine.

### *Čišćenje*

Grozдови se po dolasku u malu destileriju izvažu, očiste od trulih i pljesnivih bobica, zaostalih insekata i ostalih potencijalnih nečistoća iz vinograda. Postupak čišćenja je obavezno provesti što brže i opreznije kako bi se spriječili gubitci soka iz zdravih bobica. Također, oštećivanje pokožice bobica potrebno je svesti na najmanju moguću razinu prije samog procesa ruljanja – muljanja, kako ne bi došlo do prijevremene fermentacije te posljedično smanjenja iskorištenja cjelokupnog procesa proizvodnje lozovače (Tsakiris i sur., 2013).

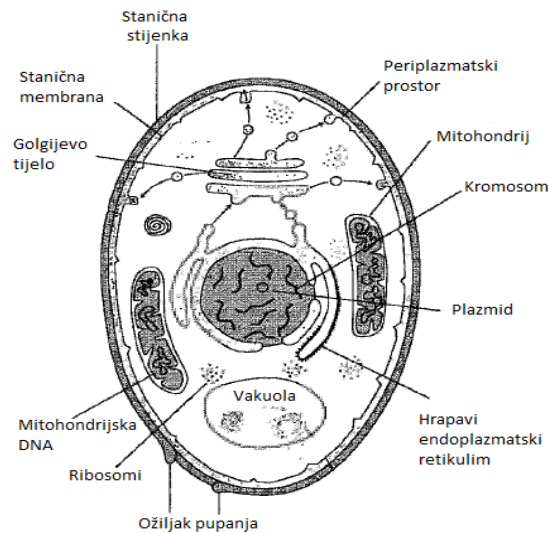
### *Ruljanje – muljanje*

Nakon provedenog čišćenja, provodi se postupak odvajanja bobice od peteljke i gnječenje tj, ruljanje – muljanje. Ovim postupkom se sirovina priprema za fermentaciju, odnosno dolazi do izlaska soka iz bobica, fermentabilnog dijela sirovine. Peteljke, koje kvasci ne mogu metabolizirati, se odbacuju. Tako pripremljena sirovina se transportira u fermentore gdje započinje proces fermentacije (Tsakiris i sur., 2013).

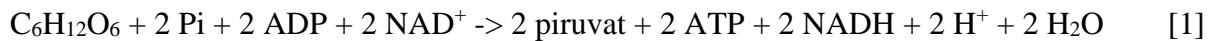
### *Alkoholna fermentacija*

Alkoholna fermentacija je biokemijski proces gdje kvasac metabolizira šećer u alkohol i ugljični dioksid. Faktori koji utječu na proces fermentacije su kvasci, temperatura, pH, sastav hranjive podloge i prisustvo kisika. Kvasci su jednostanični organizmi koji se razmnožavaju pupanjem i diobom. Prema obliku mogu biti okrugli ili elipsoidni. Međusobno se razlikuju morfološki i fiziološki. Stanica kvasca sastoji se od stanične stijenke i stanične membrane koje okružuju citoplazmu u kojoj se nalaze organeli i jezgra (slika 2). Također, osim gradivne uloge, stanična stijenka i membrana pridonose uspješnom provođenju alkoholne fermentacije. (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

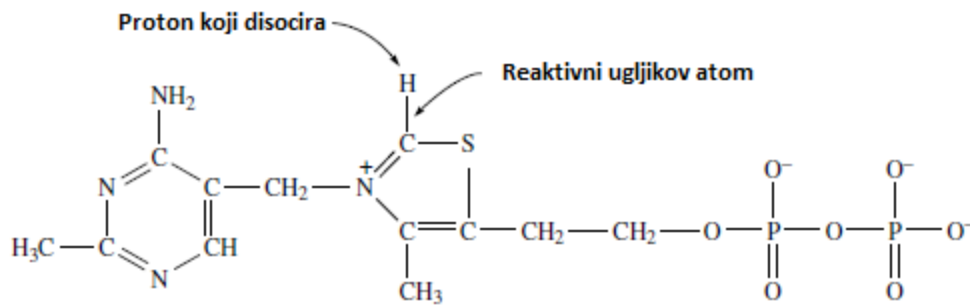
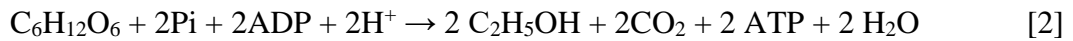
Ovisno o prisutnosti kisika, kvasac će metabolizirati šećer alkoholnom fermentacijom, ako se radi o anaerobnim uvjetima ili respiracijom u aerobnim uvjetima. Povezuje ih metabolički put glikolize; metabolički put pretvorbe glukoze u piruvat (Gaillardin i Heslot, 1987). Prikazano sumarnom jednadžbom [1]:



**Slika 2.** Struktura stanice kvasca *S. cerevisiae* (prema Gaillardin i Heslot, 1987)



Alkoholna fermentacija sastoji se od dvije reakcije u kojima je konačni produkt etanol. Prvom reakcijom se piruvat dekarboksilira piruvat dekarboksilazom u acetaldehid pomoću kofaktora tiamin pirofosfata (TPP). TPP i piruvat tvore međuprodukt, točnije dolazi do tvorbe karbaniona na ugljikovom atomu koji se nalazi između dušikovog i sumpornog atoma TPP-a (slika 3), koji reagira s karbonilnom skupinom piruvata. Nastali acetaldehid, se u sljedećem koraku reducira u etanol posredstvom NADH. Reakciju katalizira alkohol dehidrogenaza. Piruvat dekarboksilaza *S. cerevisiae* (PDC) sastoji se od dva izoenzima, glavne forme PDC1 koji je zaslužan za 80 % dekarboksilazne aktivnosti te od PDC5 izoenzima čija funkcija nije poznata. Glikoliza i alkoholna fermentacija kvasac opskrbljuju s dvije molekule ATP - a po metaboliziranoj molekuli glukoze ili 14,6 kcal. Iz termodinamičke perspektive, pretvorbom jednog mola glukoze u etanol i ugljikov dioksid, oslobađa se – 40 kcal slobodne energije. Sumarna reakcija alkoholne fermentacije prikazana je izrazom [2].



**Slika 3.** Reaktivno mjesto TPP – a (prema Gaillardin i Heslot, 1987)

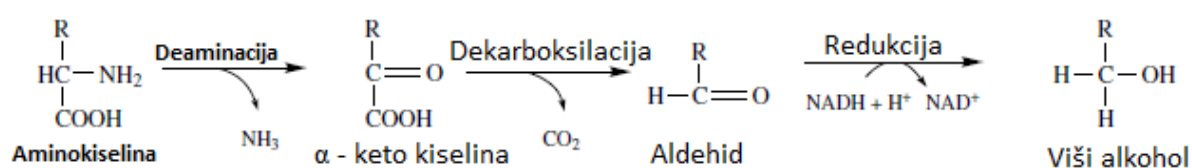
Razlikuju se tri faze alkoholnog vrenja: početak vrenja, glavno vrenje i tiho vrenje. Kvasac se počinje razmnožavati u početnoj fazi i metabolizira se vrlo mala količina etanola i ugljičnog dioksida. Glavno vrenje karakterizira sinteza glavine etanola i ugljičnog dioksida. Tijekom ove faze dolazi do stvaranja pjene i oslobađanja topline. Smanjenjem količine supstrata, glukoze brzina fermentacije se smanjuje te se metabolizira značajno manje etanola i CO<sub>2</sub> (Grba, 2010).

Alkoholno vrenje je egzoterman proces, prema tome dolazi do oslobađanja topline tijekom procesa. Pri nižim temperaturama (15 – 20 °C) fermentacija započinje sporije zbog dulje faze prilagodbe stanica kvasca (*lag* faza) te je period za postizanje maksimalnog broja stanica kvasca dulji (*log* faza). Vođenjem fermentacije na spomenutim temperaturama postiže se maksimalni broj stanica od 10<sup>8</sup> CFU/mL. Sličan maksimalan broj postiže se pri temperaturama 25 °C i 30 °C, no početna brzina pokretanja procesa je veća. Pri temperaturi od 35 °C, odmah nastupa log faza te se brže postiže maksimalan broj stanica, stacionarna faza je najkraća od spomenutih ispitivanih temperatura, a faza odumiranja nastupa ranije. Viša temperatura fermentacije, u odnosu na niže temperature, uzrokuje bržu smrtnost stanica, a time i sporiju metaboličku pretvorbu šećera u željeni produkt, etanol. (Torija i sur., 2003). Preporuča se da se fermentacija pokrene na temperaturi oko 20 °C, dok su stanice kvasca u *lag* fazi, upravo zbog oslobađanja topline tijekom procesa, a vodi na temperaturama između 15 i 22 °C (Grba, 2010), ovisno o preferencijama proizvođača. Osim što utječe na duljinu trajanja fermentacije, temperatura utječe i na aromu prefermentirane komine, odnosno destilata. Niže temperature pogodovat će nastanku veće koncentracije estera koji destilatu daju svježije, voćne arome, dok

će više temperature utjecati na povećanje koncentracije spojeva koji daju cvjetnu aromu (Molina i sur., 2007).

Metabolizam *S. cerevisiae* dijeli se na primarni i sekundarni. Tijekom primarnog metabolizma kvasac metabolizira etanol, glicerol i acetaldehid, odnosno produkte koji su kvascu neophodni za rast, razvoj i preživljavanje. Međutim, sekundarni metaboliti, male molekule koje kvascu nisu potrebne za preživljavanje, a to su: viši alkoholi, esteri, karbonilni spojevi, sumporni spojevi, tioli i terpenoidi, nužni su za formiranje sekundarne arome proizvoda. Njihova sinteza regulirana je količinom i vrstom fermentabilnih šećera, izvora dušika i uvjetima fermentacije. Metabolizmom ugljikohidrata, aminokiselina i masnih kiselina nastaju nusprodukti fermentacije, koji pridonose organoleptičkom profilu konačnog proizvoda (Hirst i Richter, 2016).

Viši alkoholi su najzastupljeniji hlapivi spojevi nastali fermentacijom. Sintetiziraju se u tzv. Erlichovom metaboličkom putu. Niz kemijskih reakcija započinje transaminacijskom reakcijom aminokiseline i  $\alpha$  – ketoglutarata. Slijedi dekarboksilacija  $\alpha$  – keto kiseline u odgovarajući aldehid, reakcija koju katalizira piruvat dekarboksilaza. Biokemijski put završava redukcijom aldehida u viši alkohol (slika 4). Viši alkoholi koji se sintetiziraju ovim putem su propanol, izoamil alkohol, izobutanol, 2 – feniletanol i drugi. Koncentracije niže od 300 mg/L daju poželjne voćne arome proizvoda, a koncentracije više od 400 mg/L neugodne arome.



**Slika 4.** Erlichov put (prema Gaillardin i Heslot, 1987)

Razgradnjom piruvata tijekom fermentacije nastaje glavni karbonilni spoj, acetaldehid (Hirst i Richter, 2016).

Zbog svoje esterazne aktivnosti, kvasci tijekom fermentacije metaboliziraju estere. To su spojevi koji pridonose cvjetnoj i voćnoj aromi proizvoda. Dva su najčešća tipa estera koja se sintetiziraju tijekom fermentacije: acetatni esteri (etil – acetat, izoamil – acetat, 2 – metilbutil

– acetat i fenil – acetat) koji nastaju esterifikacijom acetil – CoA i viših alkohola te etil esteri (etil butanoat, etil oktanoat, etil heksanoat, etil dekanat), nastali esterifikacijom etanola i srednjelančanih masnih kiselina. Za percepciju okusa destilata, najvažniji je njihov omjer i udio. Aroma spomenutih estera opisuje se aromom jabuke, jagode, kruške i anisa (Hirst i Richter, 2016). Konačna senzorska svojstva rakije formiraju se tijekom odležavanja i dozrijevanja (Nikićević i Tesešević, 2010).

### *Destilacija*

Destilacija je jedinična operacija kojom se komponente tekuće smjese djelomično ili potpuno razdvajaju, ovisno o temperaturi vrelišta pojedinih komponenata. Kapljevina postiže temperaturu vrelišta kada se njezin parcijalni tlak izjednači s atmosferskim tlakom. Komponenta s višim tlakom para, odnosno nižim vrelištem hlapit će pri nižim temperaturama nego one s nižim tlakom para. Destilacija se u ovom slučaju provodi u kotlu. Zagrijavanjem kotla, dolazi do vrenja prevrele komine u kotlu te nastaje para bogata sastavnicama nižeg vrelišta, koja je u dinamičkoj ravnoteži s otopinom. Nastala para se kondenzira na vrhu kolone ili u hladilu (hladnjak kotla) te se nastali destilat odvodi iz kolone i sakuplja. Prema načinu provođenja procesa, destilacija može biti kontinuirani ili diskontinuirani proces. Za proizvodnju voćnih rakija najčešće se koristi diskontinuirani proces (Nikićević i sur., 2018).

Male destilerije i manji proizvođači za destilaciju koriste bakrene alambic kotlove, u kojima se provodi dvokratna destilacija jer se jednom destilacijom teže postiže željena alkoholna jakost. Prvom destilacijom je cilj izdvojiti što više alkohola u smjesi s ostalim hlapivim komponentama fermentirane komine. Dobiveni destilat naziva se sirovom rakijom, a koncentracija alkohola iznosi 15 – 25 % vol. Cilj druge destilacije je postizanje željene koncentracije alkohola i arome rakije. Provodi se kao frakcijska destilacija, odnosno, prilikom njenog provođenja, potrebno je izdvojiti frakciju prvijenca, srca i patoke (Nikićević i sur., 2018).

Prema literaturi, tijekom druge destilacije, izdvaja se i odbacuje prvih 0,5 – 1 % volumena meke rakije zbog visokog udjela nepoželjnih sastojaka (visoka koncentracija metanola). Ovu frakciju nazivamo prvijenac, a čini ju smjesa hlapljivih komponenata, kao što su: metanol,

acetaldehid, etil – acetat, n – propanol, octena kiselina i etil karbamat. Navedeni spojevi daju frakciji neugodan i oštar miris (Spaho, 2017).

Nakon izdvojenog prvijenca, sakuplja se frakcija srca. U slučaju male destilerije, radi se o proizvodu, sirovom destilatu rakije od grožđa (lozovača). Ova frakcija sadrži visoku koncentraciju alkohola etanola te aromatske komponente (voćne estere) koje su svojstveni sirovini, odnosno daju karakterističan miris i okus voćne rakije. Početni udio etanola u srcu je 60 – 70% vol. (ovisno o udjelu alkohola u mekoj rakiji) i sakuplja se sve dok na izlazu iz kotla koncentracija alkohola ne dosegne 40 – 50 % vol., a kada će se točno sakupljanje frakcije zaustaviti, ovisi o preferencijama i iskustvu proizvođača (Spaho, 2017). Alkoholnu jakost je obavezno konstantno mjeriti za vrijeme destilacije, kako ne bi došlo do miješanja srca s negativnim komponentama zadnjeg toka, patoke. Alkoholna jakost sakupljenog srca iznosi od 45 do 70 % vol., ovisno o sirovini iz koje se proizvodi rakija (Spaho, 2017).

Treću frakciju, patoku, karakterizira neugodan miris mokrog kartona, vlažnih čarapa ili životinjskog krzna. Sastoji se od viših alkohola, viših estera i kiselina. Na kraju destilacije patoka ostaje zamućena zbog slabe topljivosti komponenata u vodi (Nikićević i sur., 2018).

### *Odležavanje*

Proizvedena sirova rakija ima oštar i neharmoničan miris i okus. Kako bi se formirala harmonična aroma proizvoda, potrebno je odležavanje sirove rakije u inertnim posudama nekoliko mjeseci (Nikićević i Tešević, 2010). Tijekom odležavanja formira se kvarтерна aroma. U sirovoj rakiji dolazi do kemijskih promjena, procesa oksidacije i redukcije kojima podliježu primarni i sekundarni produkti destilata. Povećava se ukupna koncentracija aromatičnih spojeva koji značajno utječu na kvalitetu gotovog proizvoda (Nikićević i Tešević, 2010). Dolazi do reakcije između komponenata arome. Visoka koncentracija etanola pomaže reakcijama formiranja kvaterne arome, s obzirom da su produkti reakcije polarne molekule i u etanolu se dobro otapaju. Za vrijeme odležavanja, koncentracija etilnih estera i masnih kiselina se povećava, a smanjuje se: koncentracija drugih estera procesom transesterifikacije te aldehida isparavanjem ili formiranjem acetala (Christoph i Bauer – Christoph, 2007).

## *Finalizacija proizvoda*

Rakija se nakon odležavanja razrijedi destiliranom vodom na konzumnu vrijednost od oko 40 % vol. alkohola te se provede hladna stabilizacija i filtracija rakije. Filtracija je fizikalni proces razdvajanja čvrste faze od kapljevine filtarskim sredstvom posredstvom razlike tlakova s jedne i druge strane poroznog sloja filtra (Rushton i sur., 1996).

Topljivost aromatskih komponenata smanjuje se smanjenjem volumnog udjela etanola. Nastalu mutnoću uzrokuje smanjena topljivost estera viših masnih kiselina, kao što su etil laurat, etil palmitat i etil palmitoleat. Provođenjem hladne stabilizacije, odnosno hlađenje tanka na temperaturu od -5 do -7 nekoliko dana, dodatno se smanjuje topljivost estera viših masnih kiselina. Istaložene mutnoće se nakon toga uklanjaju filtracijom pločastim filterom (Milijić i sur., 2013).

## **2.3. OPIS SIROVINE**

Vinova loza, *Vitis vinifera* L. je vrsta koja se razvila u Europi i zapadnoj Aziji. Pripada rodu *Vitis*, gospodarski najvažnijem od deset rodova porodice *Vitaceae*. Plodovi vinove loze koriste se za ljudsku ishranu kao voće, sušenje, za preradu u vino ili za proizvodnju ostalih prehrambenih proizvoda te za farmaceutske pripravke (Maletić i sur., 2018).

### 2.3.2. Zlatarica vrgorska

Zlatarica vrgorska smatra se hrvatskom autohtonom sortom koja se uzgaja u Dalmaciji. Iako cijenjena zbog dobrih gospodarskih karakteristika, nije rasprostranjena na širem području. Nalazi se u čistim nasadima u podregiji Dalmatinska zagora, a najviše na području Vrgorca (APPRRR, 2013).

### *Botanički opis*

Prema autorima Zelene knjige (Maletić i sur., 2018), vrh mladice je otvoren, uspravan i paučinasto do vunasto dlakav. Mlade listiće karakteriziraju vrhovi žute boje, s izraženim antocijanskim obojenjem te su također vunasto dlakavi. List je pentagonalan s izduženim



vršnim isječkom, srednje veličine i trodijelan, a postrani sinusi su slabo do srednje urezani. Sinus peteljke je zatvoren. Plojka je srednje debela, kožasta. Lice lista je tamnozeleno boje, a naličje vunasto dlakavo. Cvijet je morfološki i funkcionalno hermafroditan. Grozd zlatarice vrgorske je srednje velik do velik, piramidalan i zbijen, ponekad sa sekundarnim grozdom. Peteljka grozda je kratka i debela. Bobice su karakteristične žute boje koja na suncu dobiva intenzivnu žutu nijansu, odakle potječe ime zlatarica. Srednje su velike, okrugle ili vrlo slabo izdužene, debele kožice, ukusne, sočne i slatke.

### *Biološka i gospodarska svojstva*

Sorta dozrijeva početkom 3. razdoblja (kasna sorta). Srednje je osjetljiva na plamenjaču, a osjetljiva je na pepelnicu. Nije osjetljiva na sivu plijesan, bez obzira na zbijene grozdove. Gospodarski značaj ima na području Vrgorca, gdje je iznimno cijenjena zbog dobrih i stabilnih prinosa te dobre kvalitete. Danas se vrlo rijetko zasebno vinificira. Populacija sorte je velika i stabilna, stagnira jer se ne podižu novi nasadi, a rijetko se razmnožava. Smatra se osjetljivom sortom zbog uzgoja ograničenog na jedno vinogorje (Maletić i sur., 2018).

### *Kemijski sastav*

Sirovina sadrži bjelančevine, vinsku i jabučnu kiselinu, minerale kao što su kalcij, magnezij, kalij, željezo, mangan, vitamini C i B skupine, tanini te pektin (Mujić, 2010).

## **2.4. OPIS PROIZVODA**

Glavni proizvod je rakija od grožđa, uvriježenog naziva lozovača, dobivena fermentacijom i destilacijom prevrele komine. Na tržište se stavlja kao bezbojna tekućina, nakon odležavanja u inox tankovima (Nikićević i Tesešević, 2010). Alkoholna jakost rakije od grožđa, koja se stavlja na tržište kao gotov proizvod, prema Pravilniku iznosi najmanje 37,5 % vol (Pravilnik, 2009a).

Metanol, produkt hidrolize pektina, nalazi se u koncentraciji od 0,15 do 0,5 % apsolutnog alkohola (Mujić, 2010), a prema Pravilniku, dopuštena koncentracija metanola ne smije biti veća od 400 mg/L a.a. (Pravilnik, 2009a). Lozovača sadrži minimalno 50 g estera po

hektolitrapsolutnog alkohola (Pravilnik, 2009a) odnosno prema analizi Mujića izmjerena koncentracija estera iznosi 600 – 4000 mg/L a.a. Koncentracija kiselina u lozovači iznosi 100 – 1000 mg/L, aldehida 50 – 500 mg/L a.a. i furfurola 25 mg/L a.a. (Mujić, 2010).

## 2.5. OPIS NUSPROIZVODA

Nusproizvod proizvodnje rakije od grožđa je tehnički alkohol, točnije patoka. Prema rezultatima analize frakcija vinskih destilata, prosječan sastav patoke prikazan je u tablici 2.

**Tablica 2.** Kemijski sastav patoke (Blažević, 2021)

<b>Kemijski spoj</b>	<b>Koncentracija (mg/L a.a.)</b>
Metanol	1267,6 ± 120
Izobutanol	107,4 ± 1,6
2 -butanol	25,8 ± 1,2
Butanol	8 ± 1,2
Izoamilni alkohol	256,1 ± 9
Etanol	27,51 ± 0,43

Spomenuta frakcija destilacije odvaja se od srednjeg toka kada počne sadržavati neugodne mirise i visokomolekulske komponente otopljene u vodi (Spaho, 2017). Patoka se može sakupiti tijekom destilacije te ponovo destilirati jer sadrži visoke koncentracije alkohola i spojeva koji se nalaze u srednjem toku, no kako je riječ o premium proizvodu, odlučeno je kako će se treća frakcija odvajati i prodavati u obliku tehničkog alkohola.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. OPIS PROCESA PROIZVODNJE RAKIJE OD GROŽĐA U LABORATORIJU

U laboratorijskim uvjetima, pratio se proces fermentacije i dvostruke destilacije grožđa sorte Zlatarica vrgoračka. Grožđe, početne mase 10,707 kg očišćeno je od peteljki i trulih bobica, pri čemu je dobiveno 0,2 kg otpada. Fermentacija očišćenog grožđa odvijala se u 3 posude. Za fermentaciju koristio se kvasac *Saccharomyces cerevisiae* Uvaferm, proizvođača Danstar Ferment AG, koji se pripremio prema priloženim uputama na ambalaži proizvoda (slika 5). Fermentacija se pratila tako da se posude za fermentaciju izvažuju svaki dan, tj. bilježila se promjena mase, do koje dolazi uslijed sinteze i izlaska CO<sub>2</sub>. Kraj fermentacije označio je prestanak promjene mase posuda za fermentaciju. Prevrta komina prebacila se u bakreni kotao za destilaciju volumena 5 L. Kotao za destilaciju napunio se do  $\frac{3}{4}$  volumena, kako bi se uslijed burnijeg vrenja spriječili gubitci. Prva destilacija provodila se dok na izlazu iz kotla alkoholna jakost nije iznosila 0 % vol. alkohola te se dobila meka rakija, prosječne alkoholne jakosti 20 % vol. Nakon toga, provodila se druga destilacija dobivenog destilata, gdje je potrebno odvojiti frakcije prvijenca, srca i patoke. Potrebno je odbaciti 0,5 do 1,5 % volumena meke rakije te sakupljati srednji tok (srce) do pada alkoholne jakosti na izlazu iz kolone na 40 % vol. Treći tok, patoka sakupljala se u drugu posudu i pohranjuje kao tehnički alkohol. Dobivena sirova rakija razrijedila se destiliranom vodom do alkoholne jakosti od 40 % te odležava nekoliko mjeseci u inertoj posudi.



Slika 5. Kvasac korišten za provođenje fermentacije u laboratorijskim uvjetima (vlastita fotografija)

## 3.2. ANALITIČKE METODE

Prilikom laboratorijskog postupka proizvodnje rakije od grožđa, korištene su analitičke metode pomoću kojih se odredila količina suhe tvari, tj šećera u sirovini, udio etanola u prefermentiranoj komini te alkoholna jakost frakcija destilacije te gotovog proizvoda. Dobiveni podaci koristili su se za izračun materijalne bilance proizvodnje rakije laboratorijskim postupkom te konačno za izračun materijalne bilance male destilerije.

### 3.2.1. Određivanje količine suhe tvari refraktometrom u sirovini

Najzastupljeniji šećeri u grožđu su glukoza i fruktoza, prisutni u jednakom omjeru (Jackson, 2008). Bobica grožđa sastoji se od 10 % pokožice i 90 % mesa (soka) (Nikićević i sur., 2018). Udio šećera u grožđu, izmjeren refraktometrom iznosi 17,9 % u sirovini koja se koristila za proizvodnju rakije od grožđa u laboratorijskim uvjetima. Prema Nikićeviću i Teševiću, udio šećera iznosi 9 – 23 %.

### 3.2.2. Određivanje volumnog udjela etanola u prevreloj komini Martin – Dietrich metodom

Metoda se temelji na oksidaciji etanola u octenu kiselinu u prisutnosti sumporne kiseline s kalijevim bikromatom. Nastala octena kiselina je stabilna pri dobivenim uvjetima. Preostali kalijev bikromat će reagirati s dodanim kalijevim jodidom, a kao produkt reakcije nastat će elementarni jod. Nastali produkt se uz škrob kao indikator titrira natrijevim tiosulfatom (Kretschmar, 1955).

Dobiveni destilat rakije se prema potrebi razrijedi te se 1 mL uzorka doda u 10 mL alkalne vode. Aparatura za destilaciju spoji se tako da je „most“ uronjen u 20 mL otopine kalijeva bikromata. Destilacija se provodi dok smjesa u epruveti ne promjeni boju iz narančaste u zelenkasto – smeđu, te nakon toga stoji 1 minutu. Nakon što se uzorak iz epruvete ohladi na sobnu temperaturu dodaje se kalijevog jodida na vrhu špatule i 1 mL 2 % - tne otopine škroba (indikator). Uzorak se titrira otopinom natrijevog tiosulfata do promjene boje u tirkizno – zelenu. Kako bi se izračunao volumni udio alkohola u uzorku, potrebno je pripremiti slijepu probu u koju se umjesto uzorka dodaje destilirana voda i provede se isti postupak kao i za uzorak. Volumni udio etanola određuje se pomoću formule [3]:

$$EtOH(\%) = \frac{(V(Na_2S_2O_3, slijepa\ proba) - V(Na_2S_2O_3, uzorak)) \times 0,146}{V(uzorak)} \times r \quad [3]$$

Gdje su:

- $r$  – stupanj razrjeđenja
- $V(Na_2S_2O_3, slijepa\ proba)$  – volumen natrijevog tiosulfata utrošen za titraciju slijepa probe
- $V(Na_2S_2O_3, uzorak)$  – volumen natrijevog tiosulfata utrošen za titraciju uzorka
- $V(uzorak)$  – volumen uzorka

### 3.2.3. Određivanje alkoholne jakosti u frakcijama destilacije alkoholmetrom

Prilikom provođenja destilacije, pratila se alkoholna jakost na izlazu iz hladnjaka. Tijekom prve destilacije, jakost se mjerila sve dok na izlazu iz hladnjaka ona ne iznosi 0 % vol. Udio alkohola nakon završetka destilacije približno iznosi 20 % vol.

Drugu destilaciju karakterizira odvajanje frakcija prvijenca, srca i patoke. Svako od frakcija izmjeri se alkoholna jakost. Pad alkoholne jakosti na 40 % vol. na izlazu iz hladnjaka označava završetak skupljanja frakcije srca, odnosno odvajanje frakcije patoke. Konačna alkoholna jakost sirove rakije iznosi 60 % vol. Takvu rakiju je nakon odležavanja potrebno razrijediti na konzumnu alkoholnu jakost od 40 % vol. prema izrazu [35].

## 3.3. PROJEKTNI ZADATAK

Investitor TeCve d.o.o., Samobor, nalaže izradu Elaborata tehničko – tehnološkog rješenja male destilerije Cvetković na lokaciji katastarske čestice 5291/98 općine Račva, grada Vrgorca. Elaborat tehničko – tehnološkog rješenja je sastavni dio ostale projektne dokumentacije potrebne za ishođenje dozvola za izgradnju i puštanje objekta u rad.

Za potrebe proizvodnje investitor nalaže izgradnju jednoetažnog prostora za malu destileriju, koji se nalazi na čestici 9251/98, na području Splitsko dalmatinske županije, područje grada Vrgorca. Elaboratom je potrebno predvidjeti proizvodne sadržaje koji će omogućiti dnevni kapacitet prerade oko 13 tona grožđa, na osnovi osmosatnog radnog vremena. Također je potrebno isplanirati prostor i dati tehnološka rješenja za prostor punionice.

Tehnološka rješenja za izradu Elaborata tehničko – tehnološkog rješenja pogona male destilerije projektant se obvezuje izraditi prema zadacima definiranim u ovom projektnom zadatku i na osnovu prijedloga i odluka investitora, u skladu s propisanim zakonima.

U Elaboratu tehničko – tehnološkog rješenja pogona potrebno je dati detaljna tehnološka rješenja za svaki proizvod koji se planira u proizvodnji te smještaj linija za proizvodnju.

Za potrebe proizvodnih linija u predviđenom objektu potrebno je predvidjeti adekvatan prostor za: proizvodne uređaje (fermentori, kotao za destilaciju, punilica i čepilica), za prijem sirovine (grožđe), skladište ambalaže, skladište gotovog proizvoda (40 % - tna voćna rakija) i nusproizvoda (tehnički alkohol, patoka). Također, potrebno je osigurati prostor za urede, sanitarno-garderobne blokove, laboratorij, čajnu kuhinju i kušaoću. Zadatak ovog projekta je detaljno razraditi dana tehnološka rješenja na osnovi realnih linija dobivenih od proizvođača opreme.

U Elaboratu treba prikazati tehnološku koncepciju pogona male destilerije te dati opis tehnološkog procesa s blok shemama proizvodnje. Također je potrebno dati popis uređaja i opreme, materijalnu i energetska bilancu te potrebe na radnoj snazi i popis prostorijskih.

Grafički prikaz pogona treba dati tlocrtno.

Sve prostorijske treba projektirati sukladno zakonskoj regulativi primjenjivanoj u Republici Hrvatskoj, vodeći računa i o standardima EU, a dana rješenja u Elaboratu trebaju omogućiti proizvodnju sukladno HACCP-u i ostalim primjenjivim standardima.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. MATERIJALNA BILANCA LABORATORIJSKOG PROCESA PROIZVODNJE

Na temelju podataka dobivenim analizom sirovine te poznavajući vrijednost teorijskog koeficijenta konverzije glukoze u etanol, prikazano kemijskom jednadžbom [4], čiji je izračun prikazan izrazom [5], izračunata je teorijska vrijednost volumena apsolutnog alkohola koji se može proizvesti iz mase grožđa koja je prerađena u laboratorijskim uvjetima. Također, provedenom proizvodnjom rakije lozovače prikupljeni su podaci masa iz postupaka fermentacije i dvostruke destilacije, te je na temelju istih izračunata stvarna vrijednost dobivenog apsolutnog alkohola. Teorijsko iskorištenje procesa izračunato je omjerom stvarnog dobivenog volumena apsolutnog alkohola te teorijskog, prikazano izrazom [22].

Teorijski koeficijent konverzije supstrata u produkt izračunat je prema jednadžbi [5]:



$$Y_{\frac{p}{s}}(\text{teorijski}) = \frac{n \times M(\text{produkt})}{n \times M(\text{supstrat})} = \frac{2 \times 46,06 \text{ g/mol}}{180,10 \text{ g/mol}} = 0,51 \text{ g/g} \quad [5]$$

Teorijski proračun procesa proizvodnje lozovače prikazan je jednadžbama [6], [7], [8], [9], [10]:

$$m(\text{sok}) = m(\text{bobica}) \times w(\text{soka u bobici}) \quad [6]$$

$$m(\text{sok}) = 10,505 \text{ kg} \times 0,9 = 9,45 \text{ kg}$$

$$m(\text{suhe tvari}) = m(\text{soka}) \times w(\text{suhe tvari}) \quad [7]$$

$$m(\text{suhe tvari}) = 9,45 \text{ kg} \times 0,179 = 1,69 \text{ kg}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = m(\text{suhe tvari}) \times Y_{\frac{p}{s}}(\text{teorijski}) \quad [8]$$

$$m(C_2H_5OH)_{100\%} = 1,69 \text{ kg} \times 0,51 = 0,86 \text{ kg}$$

$$V(C_2H_5OH)_{100\% (teor.)} = \frac{m(C_2H_5OH)_{100\%}}{\rho(C_2H_5OH)_{100\%}} \quad [9]$$

$$V(C_2H_5OH)_{100\% (teor.)} = \frac{0,86 \text{ kg}}{0,789 \text{ kg/L}} = 1,09 \text{ L}$$

$$V(C_2H_5OH)_{40\%} = \frac{V(C_2H_5OH)_{100\%}}{w(C_2H_5OH)_{40\%}} = \frac{1,09 \text{ L}}{0,4} = 2,73 \text{ L} \quad [10]$$

Teorijski proračun količine grožđa potrebne za godišnju proizvodnju za 1000 L apsolutnog alkohola prikazan je jednadžbom [11]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Iz } 10,707 \text{ kg grožđa proizvede se } 1,09 \text{ L apsolutnog alkohola} \\ \text{Iz } X \text{ kg grožđa proizvede se } 1000 \text{ L apsolutnog alkohola} \end{array} \right.$$

$$X = \frac{10,707 \text{ kg} \times 1000 \text{ L}}{1,093 \text{ L}} = 9795,97 \text{ kg} \quad [11]$$

Prikaz proračuna procesa proizvodnje lozovače prema laboratorijskim podacima za proces čišćenje, prema jednadžbi [12]:

$$\gamma(\text{čišćenja}) = \frac{m(\text{grožđe})}{m(\text{bobice})} \times 100\% \quad [12]$$

$$\gamma(\text{čišćenja}) = \frac{10,505 \text{ kg}}{10,707 \text{ kg}} \times 100\% = 98\%$$

Iskorištenje procesa fermentacije izračunato je prema izrazu [13]:

$$\gamma(\text{fermentacija}) = \frac{m(\text{komina})}{m(\text{bobice})} \times 100\% \quad [13]$$

$$\gamma(\text{fermentacija}) = \frac{9,73 \text{ kg}}{10,505 \text{ kg}} \times 100\% = 93\%$$



Masa apsolutnog alkohola dobivena fermentacijom izračunata je iz izraza [14]:

$$m_f (C_2H_5OH)_{100\%} = m (komina) \times w (C_2H_5OH, komina) \quad [14]$$

$$m_f (C_2H_5OH)_{100\%} = 9,73 \text{ kg} \times 0,949 = 0,92 \text{ kg}$$

Proračun za masu apsolutnog alkohola dobivenog prvom destilacijom prikazan je izrazom [15], a iskorištenje procesa izrazom [16]:

$$m_{1D} (C_2H_5OH)_{100\%} = m (C_2H_5OH)_{20\%} \times 0,2 = 0,86 \text{ kg} \quad [15]$$

$$\gamma (1. \text{ destilacija}) = \frac{m (\text{etanola dobivenog 1. destilacijom})}{m (\text{etanola dobivenog fermentacijom})} \times 100\% \quad [16]$$

$$\gamma (1. \text{ destilacija}) = \frac{0,86 \text{ kg}}{0,92 \text{ kg}} \times 100\% = 92\%$$

Masa apsolutnog alkohola dobivena drugom destilacijom u laboratorijskim uvjetima prikazana je izrazom [17], izračun mase dobivenog nusproizvoda (patoke), izrazom [18], a iskorištenje druge destilacije izračunato je pomoću jednadžbe [19]:

$$m_{2D} (C_2H_5OH)_{100\%} = m (C_2H_5OH)_{60\%} \times 0,6 = 0,64 \text{ kg} \quad [17]$$

$$m (\text{patoke}) = m_{1D} (C_2H_5OH)_{100\%} - m_{2D} (C_2H_5OH)_{100\%} \quad [18]$$

$$m (\text{patoke}) = 0,86 - 0,64 = 0,22 \text{ kg}$$

$$\gamma (2. \text{ destilacija}) = \frac{m_{2D}(C_2H_5OH)_{100\%}}{m_{1D}(C_2H_5OH)_{100\%}} \times 100\% \quad [19]$$

$$\gamma (2. \text{ destilacija}) = \frac{0,64}{0,86} \times 100\% = 74\%$$

$$V (C_2H_5OH)_{100\% (lab.)} = \frac{m_{2D} (C_2H_5OH)_{100\%}}{\rho (C_2H_5OH)_{100\%}} = \frac{0,64 \text{ kg}}{0,789 \text{ kg/L}} = 0,81 \text{ L} \quad [20]$$

$$V (C_2H_5OH)_{40\%} = \frac{V (C_2H_5OH)_{100\%}}{w (C_2H_5OH)_{40\%}} = \frac{0,81 \text{ L}}{0,4} = 2,03 \text{ L} \quad [21]$$

Teorijsko iskorištenje procesa laboratorijske proizvodnje prikazano je jednadžbom [22]:

$$\gamma (\text{proizvodni proces}) = \frac{V(C_2H_5OH)_{100\% (lab.)}}{V(C_2H_5OH)_{100\% (teor.)}} \times 100\% \quad [22]$$

$$\gamma (\text{proizvodni proces}) = \frac{0,81 L}{1,09 L} \times 100\% = 74\%$$

Proračun za stvarnu količinu potrebnog grožđa za godišnju proizvodnju 1000 L apsolutnog alkohola, prikazano izrazom [23]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Iz } 10,707 \text{ kg grožđa proizvede se } 0,81 \text{ L apsolutnog alkohola} \\ \\ \text{Iz } Y \text{ kg grožđa proizvede se } 1000 \text{ L apsolutnog alkohola} \end{array} \right.$$

$$Y = \frac{10,707 \text{ kg} \times 1000 \text{ L}}{0,81 \text{ L}} = 13\,218,52 \text{ kg} \quad [23]$$

Za projektiranje pogona male destilerije, kapaciteta proizvodnje 1000 litara apsolutnog alkohola, potrebno je osigurati 13 218 kg grožđa; temeljeno na proračunu prema podacima iskorištenja dobivenim u laboratorijskim uvjetima.

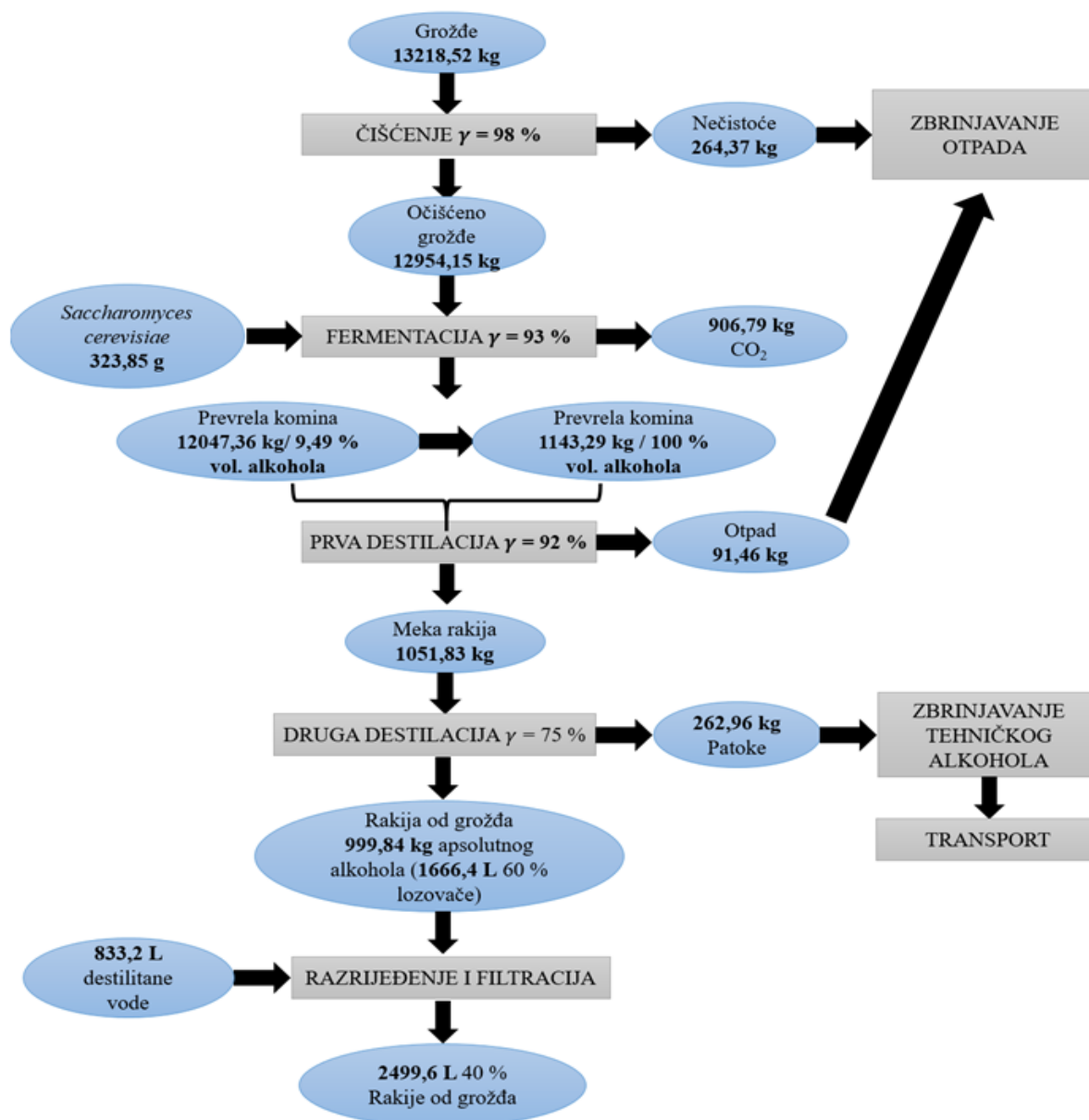
U tablici 3 sumarno su prikazani podaci laboratorijskog procesa proizvodnje lozovače, izračunati prema izrazima [12],[13],[14],[15],[16],[17],[18],[19],[20] pomoću kojih se sastavi materijalna bilanca za kapacitet male destilerije.

**Tablica 3.** Podaci dobiveni laboratorijskim procesom proizvodnje lozovače

<b>m (grožđa) (kg)</b>	10,707
<b>m (očišćenog grožđa) (kg)</b>	10,505
<b>m (otpada) (kg)</b>	0,202
<b>m (komine) (kg)</b>	9,73
<b>m (CO<sub>2</sub>) (kg)</b>	0,767
<b>w (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, komina) (%)</b>	9,49
<b>m (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)<sub>20%</sub> (kg)</b>	4,28
<b>m (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)<sub>60%</sub> (kg)</b>	1,06
<b>w (soka) (%)</b>	90

## 4.2. MATERIJALNA BILANCA MALE DESTILERIJE

Na temelju proračuna iskorištenja laboratorijskog procesa proizvodnje te podataka iz tablice 3 sastavljena je materijalna bilanca procesa proizvodnje lozovače u maloj destileriji koja je sumarno prikazana na slici 6.



**Slika 6.** Shematski prikaz materijalne bilance procesa proizvodnje lozovače (*vlastita slika*)

Prema podacima iz prethodnog poglavlja, izračunata je materijalna bilanca godišnje proizvodnje 1000 L apsolutnog alkohola (tj. 2500 L 40 % - tne lozovače). Kako bi se postavila

materijalna bilanca, korišteni su podaci iskorištenja svakog prikazanog procesa provedenog u laboratorijskim uvjetima.

Masa očišćenog grožđa izračunata je prema izrazu [24]; iskorištenje procesa,  $\gamma = 98 \%$ ,  $m(\text{grožđa}) = 13\,218,52 \text{ kg}$  :

$$m(\text{bobica}) = m(\text{grožđa}) \times \gamma(\text{čišćenje}) \quad [24]$$

$$m(\text{bobica}) = 13\,218,52 \times 0,98 = 12\,954,15 \text{ kg}$$

Masa komine za fermentaciju izračunata je prema jednadžbi [25], a masa nastalog  $\text{CO}_2$  iz izraza [26]; iskorištenje procesa,  $\gamma = 93 \%$ :

$$m(\text{komine}) = m(\text{bobice}) \times \gamma(\text{fermentacija}) \quad [25]$$

$$m(\text{komine}) = 12\,954,15 \text{ kg} \times 0,93 = 12\,047,36 \text{ kg}$$

$$m(\text{CO}_2) = 12\,047,36 \times 0,07 = 906,79 \text{ kg} \quad [26]$$

Fermentacijom je dobivena masa komine, izraženo jednadžbom [27]:

$$m_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = m(\text{komine}) \times w(\text{alkohola u komini}) \quad [27]$$

$$m_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = 12\,047,36 \text{ kg} \times 0,949 = 1\,143,29 \text{ kg}$$

Fermentacija se provodi u 3 fermentora od 6000 L. Masa očišćenog grožđa koje fermentira iznosi 12 954,15 kg te se ravnomjerno rasporedi u 3 fermentora, tako da u svakom fermentoru približno bude 4318,05 kg (približno 4,32 hL) izmuljanog grožđa (zauzeto je 71 % volumena fermentora). Prema uputi proizvođača, doza kvasca koju je potrebno staviti u kominu kako bi se pokrenula fermentacija iznosi 25 – 30 g/hL. Prema jednadžbi [28] izračunata je potrebna količina kvasca za proces proizvodnje rakije od grožđa:

$$m(\text{kvasca}) = \gamma \times V(\text{izmuljanog grožđa}) \quad [28]$$

$$m(\text{kvasca}) = 25 \frac{\text{g}}{\text{hL}} \times 4,32 \text{ hL} = 107,95 \text{ g}$$

Dakle, u svaki fermentor potrebno je dodati 107,95 g prethodno pripremljenog kvasca Uvaferm CM (prema uputi proizvođača). Ukupno je potrebno nabaviti 323,85 g kvasca za godišnju proizvodnju lozovače, tj 4 paketa od 100 g.

Masa dobivenog destilata nakon prve destilacije izračunata je iz izraza [29], a gubitci tijekom procesa izrazom [30]; iskorištenje procesa,  $\gamma = 92 \%$ :

$$m_{1D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = m_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} \times \gamma \text{ (1. destilacija) [29]}$$

$$m_{1D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = 1\,143,29 \text{ kg} \times 0,92 = 1\,051,83 \text{ kg}$$

$$m(\text{gubitci, C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = m_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} - m_{1D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} \text{ [30]}$$

$$\begin{aligned} m(\text{gubitci, C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} &= 1\,143,29 \text{ kg} - 1\,051,83 \text{ kg} \\ &= 91,46 \text{ kg} \end{aligned}$$

Izračun mase destilata koji je dobiven drugom destilacijom prikazan je jednadžbom [31]; iskorištenje procesa,  $\gamma = 75 \%$

$$m_{2D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = m_{1D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} \times \gamma \text{ (2. destilacija) [31]}$$

$$m_{2D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = 1\,051,83 \text{ kg} \times 0,75 = 788,87 \text{ kg}$$

Izračun proizvedenog volumena apsolutnog alkohola i 40 % - tne rakije lozovače prikazan je izrazima [32] i [33]:

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%} = \frac{m_{2D}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%}}{\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%}} = \frac{788,87 \text{ kg}}{0,789 \text{ kg/L}} = 999,84 \text{ L} \text{ [32]}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{40\%} = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{100\%}}{w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_{40\%}} = \frac{999,84 \text{ L}}{0,4} = 2\,499,6 \text{ L} \text{ [33]}$$

Izračun volumena nusproizvoda (patoka, tehnički alkohol) prema izrazu [34]:

$$m (\text{tehnički alkohol}) = m_{1D} (C_2H_5OH)_{100\%} - m_{2D} (C_2H_5OH)_{100\%} \quad [34]$$

$$m (\text{tehnički alkohol}) = 1\,051,83 \text{ kg} - 788,87 \text{ kg} = 262,96 \text{ kg}$$

Količina destilirane vode, za razrjeđivanje sirovog destilata izračunata je prema jednadžbi [35]:

$$V (H_2O) = V (C_2H_5OH)_{40\%} - V (C_2H_5OH)_{60\%} \quad [35]$$

$$V (H_2O) = 2\,499,6 \text{ L} - 1\,666,4 \text{ L} = 833,2 \text{ L}$$

### 4.3. ANALIZA MAKROLOKACIJE

Splitsko-dalmatinska županija, geografski je smještena na središnjem dijelu jadranske obale i prostire se na 14 106,40 km<sup>2</sup>. Od ukupne površine, na kopno se odnosi 4 523,64 km<sup>2</sup>, a na more 9 576,4 km<sup>2</sup>. Središte Županije je grad Split u kojem se većinom nalaze sve regionalne i makroregionalne funkcije. Važnu subregionalnu funkciju imaju naselja Sinj, Imotski, Vrgorac, Makarska i otočna središta (Grčić i sur., 2015).

Klimatski, županija je smještena u pojasu srednje mediteranske klime, koji karakteriziraju oštre zime i vruća ljeta. Oborine su slabo raspoređene tijekom godine, ali ih ima dovoljno. Tlo je vapnenačko i kršovito. Kopnene površine (4 523,64 km<sup>2</sup>), prema namjeni, obuhvaćaju poljoprivredne površine koje zauzimaju 22 % ukupne kopnene površine, šumske (45,4 %) i izgrađene površine (2,65 %). Ostatak čine vodene površine, prirodne i graditeljske baštine te neplodne površine (Grčić i sur., 2015).

Sirovina se nabavlja iz podregije Dalmatinska zagora koja se nalazi u zaleđu planina Kozjak, Mosor i Biokovo. Obuhvaća područje Sinja, Vrlike, Imotskog i Vrgorca. Sjeveroistočni dio regije čine Imotsko, Vrličko, Sinjsko i Petrovo polje. Zbog različite geneze, razlikuju se prema tipu tla; krška polja su aluvijalnog i koluvijalnog podrijetla, a ostala područja karakterizira crvenica i smeđa tla na vapnencima (Maletić i sur., 2018). Upravo se u krškim poljima nalaze najveće vinogradarske površine. Srednja godišnja temperatura područja iznosi

oko 13,3 °C, a insolacija 2500 sati. Ljeta su sušna, no jesen i zimu karakteriziraju visoke količine oborina. Područje je poznato po autohtonim sortama grožđa, kao što su Kujundžuša, Trbljan, Medna, Vranac, Trnjak, Žilavka, Blatina, Debit, Maraština i Zlatarica vrgoračka (Grčić i sur., 2015).

Vrgoračka krajina je područje na krajnjem istočnom dijelu Županije. Smještena je u zagorskom dijelu, a glavno središte je grad Vrgorac. Površina krajine iznosi 270,32 km<sup>2</sup>. Vrgorac je položajno smješten između Makarskog primorja i Imotske krajine, u potpunosti u zaobalnom dijelu, tj. bez izlaza na more. Površinom je najveća, a brojem stanovnika jedna od manjih administrativnih jedinica. Grad na istoku graniči s Ljubuškim, na sjeveru s općinama Runovići i Zagvozd, na jugu s općinom Pojezerje i gradom Ploče, a na zapadu s općinama Podgora i Gradac. Nalazi se u neposrednoj blizini autoceste Zagreb – Split – Dubrovnik, koridora 5C, luke Ploče i Makarske rivijere, što mu daje izniman položaj u županiji i dobru prometnu povezanost s ostatkom Republike Hrvatske. Smješten je na prometnom pravcu iz srednje Dalmacije prema gornjem toku Neretve. Vrgoračko područje karakterizira dobar geografski položaj, umjerena klima, dobar bonitet tla, mogućnost navodnjavanja u sušnom razdoblju, adekvatna povezanost s većim centrima što pridonosi efikasnom plasmanu poljoprivrednih proizvoda na tržište, što je jedan od razloga odabira ove mikrolokacije za gradnju pogona male destilerije. Vinogradarstvo je najrazvijenija grana poljoprivrede grada Vrgorca, gdje se smjestilo najveće vinogorje Republike Hrvatske s preko 10 milijuna čokota vinove loze (Vrgorsko polje). Također, u području ove mikrolokacije uzgajaju se autohtone sorte grožđa; trnjak, zlatarica, rukatac i plavka, što osigurava dostupnost sirovine za proizvodnju lozovače (Grad Vrgorac, 2021).

Izbor makrolokacije temeljio se na mogućnosti nabave sirovine Zlatarica vrgoračka. Također, izvrsna cestovna povezanost s ostalim dijelovima Hrvatske i susjednim zemljama te dominantna gospodarska grana turizma, nudi mogućnost povećanja kapaciteta proizvodnje i asortimana proizvoda.

#### **4.4. ANALIZA MIKROLOKACIJE**

Gospodarska zona Račva, u kojoj se nalazi odabrana katastarska čestica na kojoj se planira izgradnja male destilerije Cvetković, smještena je sjeverno i južno do državne ceste D26, dionice Zagvozd – Vrgorac, neposredno uz čvor “Ravča” na autocesti A1 između Splita i Dubrovnika. Također, smještaj GZ Račva svega 200 m od ulaza na autocestu A1 čini ju

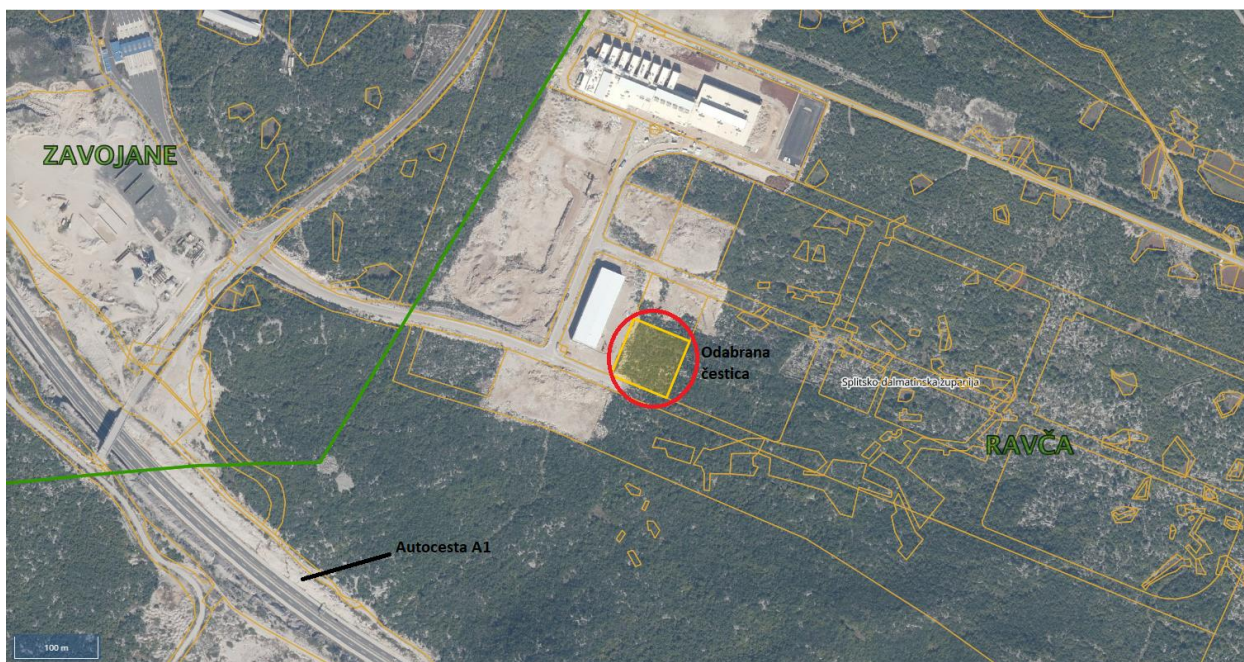
privlačnom za buduće investitore. Idealan geografski položaj s odličnom prometnom povezanošću omogućuju jednostavan i brz protok sirovine i proizvoda. Prednost položaja GZ “Račva” jest mogućnost prekogranične suradnje zbog blizine teretne luke Ploče, udaljene svega 25 km, zračne luke Split 115 km i državne granice s Bosnom i Hercegovinom 10 km (Grad Vrgorac, 2021).

Površina katastarske čestice, koja se nalazi u gospodarskoj zoni općine Ravča, grada Vrgorca, iznosi 5255 m<sup>2</sup> (slike 7 i 8). S obzirom da se nalazi u gospodarskoj zoni, čestica je dobro prometno povezana te se nalazi u neposrednoj blizini autoceste Zagreb – Split – Dubrovnik što omogućuje jednostavan pristup transportnim vozilima, radnicima i posjetiteljima. Velika površina zemljišta omogućuje izgradnju male destilerije, neproizvodnih prostorija, skladišta, parkirališta za radnike i posjetitelje. Također, osiguran je prostor za buduća proširenja pogona. Prema podacima Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, na odabranoj čestici u naselju Ravča omogućeno je spajanje na mrežu električne energije i vodovoda te sustav odvodnje koji uključuje priključak na pročistač otpadnih voda (Grad Vrgorac, 2021).



**Slika 7.** Prikaz položaja čestice (Katastar, 2022)





**Slika 8.** Položaj odabrane čestice u gospodarskoj zoni Ravča (Katastar, 2022)

#### **4.5. PROIZVODNI PROCES MALE DESTILERIJE**

Na temelju postupka i proračuna proizvodnje rakije od grožđa u laboratorijskim uvjetima, izradio se opis procesa proizvodnje s potrebnom opremom na temelju izrađene materijalne bilance male destilerije, koji predviđa proizvodnju 1000 L apsolutnog alkohola, tj. 2500 L rakije jakosti 40 % vol.

Grožđe potrebno za godišnju proizvodnju dobavlja se sezonski iz vinograda koji se nalaze na područja grada Vrgorca i okolice te se po dolasku u destileriju odmah prerađuje. Zlatarica vrgoračka dozrijeva u 3. razdoblju, dakle sirovina će se nabavljati krajem listopada.

#### 4.5.1. Prijem sirovine i čišćenje

Grožđe se po primitku u destileriju važe u prihvatnim posudama volumena 1000 L (slika 9) na paletnoj vagi (slika 10).



**Slika 9.** Posuda za prihvat i vaganje sirovine (AmGrupa d.o.o., 2022a)



**Slika 10.** Paletna vaga (Mettler Toledo, 2022)

Sirovina se kvalitativno analizira senzorski (vanjski izgled; mehanička oštećenja, pljesnivost) te kvantitativno u laboratoriju male destilerije gdje se određuje udio šećera pomoću digitalnog refraktometra (slika 11).



**Slika 11.** Digitalni refraktometar (Agrologistika, 2022)

Sirovinu je prije procesa fermentacije potrebno očistiti od peteljki, mehanički oštećenih i pljesnivih bobica. Grožđe se transportira do vibracijskog stola za sortiranje grožđa (slika 12), kapaciteta 2 – 10 t/h, na kojem se ručno odvajaju zaostali insekti, zemlja te neprikladne bobice grožđa. Pregledani grozdovi s vibracionog stola padaju u runjaču – muljaču koja odvaja peteljke od bobica te djelomično preša sirovinu. Koristi se ruljača muljača dobavljača Vinoartis (slika 13) kapaciteta 3,5 – 4 t/h.



**Slika 12.** Vibracioni stol (Vinoartis, 2022a)



**Slika 13.** Ruljača - muljača (Vinoartis, 2022b)

#### 4.5.2. Fermentacija

Očišćeno grožđe transportira se u fermentore peristaltičkom pumpom proizvođača Mori s usipnim košem za očišćeno i izmuljano grožđe (slika 14), kapaciteta 1000 – 11 000 L/h (odabrat će se kapacitet punjenja tako da se svaki fermentori napuni za 1 sat). Za predviđeni kapacitet male destilerije potrebna su 3 fermentora, volumena 6 000 L (slika 15). Potrebno ih je napuniti do  $\frac{3}{4}$  volumena zbog porasta temperature za vrijeme fermentacije te zbog nastanka velike količine CO<sub>2</sub> kao nusprodukta metabolizma kvasaca.



**Slika 14.** Peristaltička pumpa s usipnim košem za kominu (Pa – vin d.o.o., 2022a)



**Slika 15.** Inox tank za fermentaciju, meku rakiju i prihvatni tank za filtriranu rakiju (Letina d.o.o., 2022a)

Nakon dodatka komine, potrebno je dodati pripremljeni selekcionirani kvasac *Saccharomyces cerevisiae*, Uvaferm CM koji se nabavlja od dobavljača Pavin d.o.o (slika 16). Fermentacija se provodi na temperaturi od 15 – 22 °C te traje od 8 do 15 dana. Fermentor je opremljen duplim plaštom za hlađenje i termometrom. Nakon završenog procesa fermentacije, ponovnim uzimanjem uzorka, u fermentorima se odredi koncentracija alkohola prema Martin Dietrich metodi. Prema laboratorijskim podacima, iznosila je 9,49 % vol etanola.

Nakon završetka fermentacije, točnije, nakon što se tankovi u potpunosti isprazne, potrebno ih je očistiti, priključivanjem na CIP stanicu. Prenamjenjeni fermentor iskoristit će se kao prihvatni tank za filtriranu rakiju iz kojeg će se rakija transportirati do punilice.



**Slika 16.** Kvasac Uvaferm CM (Pa – vin d.o.o., 2022b)

#### 4.5.3. Destilacija

Nakon provedene fermentacije, prevrela komina se iz fermentora prepumpa u kotao za destilaciju pomoću peristaltičke pumpe proizvođača Mori (slika 17), radnog kapaciteta 500 – 2000 L/h. Za potrebe proizvodnje, koristi se jedan bakreni kotao s miješalicom volumena 350 L (slika 18). Predviđeno trajanje procesa destilacije je 11 dana. Volumen hladnjaka kotla iznosi 800 L, rashladna voda za hladnjak će se osigurati iz sustava vodovoda. Prvo se provede prva destilacija fermentirane komine iz sva 3 fermentora, dobije se meka rakija koja se pohranjuje u inox spremniku promjenjivog volumena od 6 000 L (slika 15).





**Slika 17.** Peristaltička pumpa za transport prefermetirane komine (Pa – vin d.o.o., 2022a)



**Slika 18.** Kotao za destilaciju (Destilatori d.o.o., 2022)

Cilj je u što kraćem periodu predestilirati svu fermentiranu kominu, kako ne bi došlo do mikrobiološke kontaminacije fermentirane komine. Nakon što se provede prva destilacija, meka rakija se iz inox tanka prepumpa u očišćeni bakreni kotao te se provede druga destilacija. Prema uputi proizvođača Destilatori d.o.o. kotao se u početku destilacije zagrijava jače, dok temperatura ne dosegne 70 °C te se zatim intenzitet zagrijavanja treba smanjiti kako ne bi došlo do zagorijevanja sadržaja kotla. Kada se postigne temperatura od 85 °C započinje skupljanje

destilata. Mlaz destilata mora biti lagan i konstantan. Alkoholna jakost u destilatu mjeri se alkoholmetrom (slika 19).

Prema materijalnoj bilanci, iz izraza [25] vidljiva je ukupna masa fermentirane komine koju je potrebno destilirati, kako bi se dobila meka rakija. Nadalje, iz materijalne bilance preračuna se količina dobivene meke rakije (20 % vol.) koja se predestilira i dobije sirovi destilat alkoholne jačine 60 % vol. Kotao se puni do 85 % volumena, dakle maksimalno se može napuniti 297,5 L. Trajanje jedne destilacije iznosi 2 – 3 sata, kako je navedeno od proizvođača kotla.



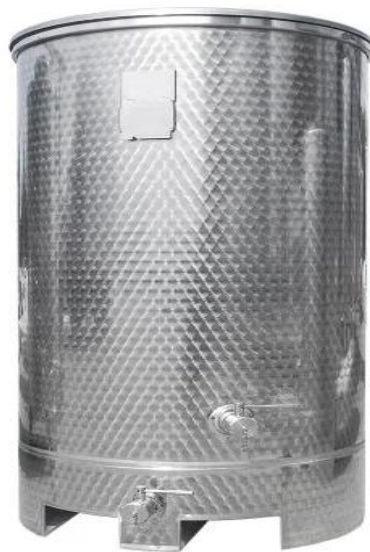
**Slika 19.** Alkoholmetar (Bauhaus, 2022)

Kod provođenja druge destilacije, potrebno je odvajati frakcije prvijenca, srca te patoke. Prvijenac se odlaže u otpad, a sakuplja u prihvatnu posudu volumena 20 L, koja se nalazi pohranjena u laboratoriju. Nakon toga sakuplja se frakcija srca dok postotak alkohola na izlazu iz hladnjaka ne padne na 40 %. Frakcija se sakuplja u buffer inox tanku volumena 400 L iz kojeg se centrifugalnom pumpom za pretakanje proizvođača Rover (slika 20) transportira u inox tank za odležavanje i razrjeđivanje rakije proizvođača Letina d.o.o. (slika 22). Tank se nalazi u zasebnoj prostoriji, kako ne bi došlo do zagrijavanja sirove rakije u tanku zbog neposredne blizine zagrijanog kotla, odnosno kako bi se izbjegli mogući dodatni gubici tijekom procesa odležavanja. Iz tog razloga je odlučeno da će se srce sakupljati u buffer tanku neposredno uz kotao te se nakon završenog jednog ciklusa destilacije transportirati u inox tank za odležavanje i razrjeđivanje. Patoka se sakuplja se u prihvatni inox tank s nastavkom za viličara volumena 400 L (slika 21). Nakon procesa druge destilacije, tank s nusproizvodom se jednostavno transportira do skladišta nusproizvoda. Prosječna koncentracija alkohola u dobivenom sirovom destilatu izmjeri se alkoholmetrom. Sakupljena sirova rakija razrjeđuje se na konzumnu jačinu od 40 % vol.





**Slika 20.** Centrifugalna pumpa Rover (AmGrupa d.o.o., 2022b)



**Slika 21.** Inox tank sa nastavkom za viličara (Letina d.o.o., 2022b)

#### 4.5.4. Odležavanje

Sirova rakija skladišti se u inox tanku volumena 2600 L koja se nabavlja od proizvođača Letina d.o.o. (slika 22). Inox spremnik je napravljen od AISI 304 nehrđajućeg čelika koji osigurava dugotrajno skladištenje poluproizvoda. Nehrđajući čelik koristi se jer nema miris i ne ostavlja strani okus proizvedenoj rakiji. Rakija odležava nekoliko mjeseci u inertnoj inox posudi (slika 22).



**Slika 22.** Inox tank za prihvatanje frakcije srca, odležavanje i razrjeđivanje gotovog proizvoda (Letina d.o.o., 2022c)

#### 4.5.5. Finalizacija proizvoda

Lozovača se razrjeđuje na 40 % vol. alkohola destiliranom vodom u inox tanku gdje je proveden proces odležavanja. Rakija se razrjeđuje destiliranom vodom, koja se dodaje ovisno o konačnoj koncentraciji etanola u odležanoj lozovači. Jednadžbom [35] prikazan je primjer proračuna razrjeđenja lozovače, kako bi konačna koncentracija alkohola u tanku iznosila oko 40 % vol. Nakon što se rakija razrijedi na konzumnu vrijednost, provodi se hladna stabilizacija u istom inox tanku. Tank je opremljen duplim plaštom za hlađenje kroz koji struji rashladna tekućina, glikol. Za potrebe male destilerije ugradit će se mali rashladni sustav pomoću kojeg

se održava temperatura tanka prilikom hladne stabilizacije (slika 23). Rashladna tekućina nabavljat će se prema potrebi od dobavljača opreme. Sustav u spremniku s vodom hladi rashladnu tekućinu na željenu temperaturu (do -5 °C). Stabilizirana rakija se filtrira pločastim filterom (slika 24) volumnog protoka 540 – 780 L/h. Filtrirana rakija se pohranjuje u prenamijenjenom fermentoru volumena 6000 L (slika 15) prije transporta u punilicu.



**Slika 23.** Rashladni sustav (Elektronovak d.o.o., 2022)



**Slika 24.** Rover Filter Colombo 18 – ploča 20x20 (AmGrupa d.o.o., 2022c)

#### 4.5.6. Punjenje u boce

Gotovi proizvod, puni se u boce od 1 L, pomoću poluautomatske vakuum punilice Enolmatic s ugrađenim mikrofilterom (slika 25), koja se spoji na buffer inox tank gdje se pohranjuje filtrirana rakija. Punilica radi maksimalnim kapacitetom od 200 L/h i predviđena je za boce unutarnjeg promjera grla od 16 – 28 mm. Napunjene boce zatvarat će se na poluautomatskoj čepilici za navojne zatvarače A.V.T. 400 (slika 26). Čepilica radi na principu spuštanja navojne glave na grlo boce, stvaranja navoja i blokiranja osigurača čepa. Vrijeme potrebno za zatvaranje jedne boce iznosi 2,5 sekunde. Nakon što se boce napune i zatvore, etikete i markice se ručno lijepe na boce. Gotovi proizvod u primarnoj ambalaži slaže se u transportne kutije na predviđenom stololu od nehrđajućeg čelika (slika 27). Punilica se nalazi na stolu od nehrđajućeg čelika



**Slika 25.** Poluautomatska vakuum punilica Enolmatic (Pa – vin d.o.o., 2022c)



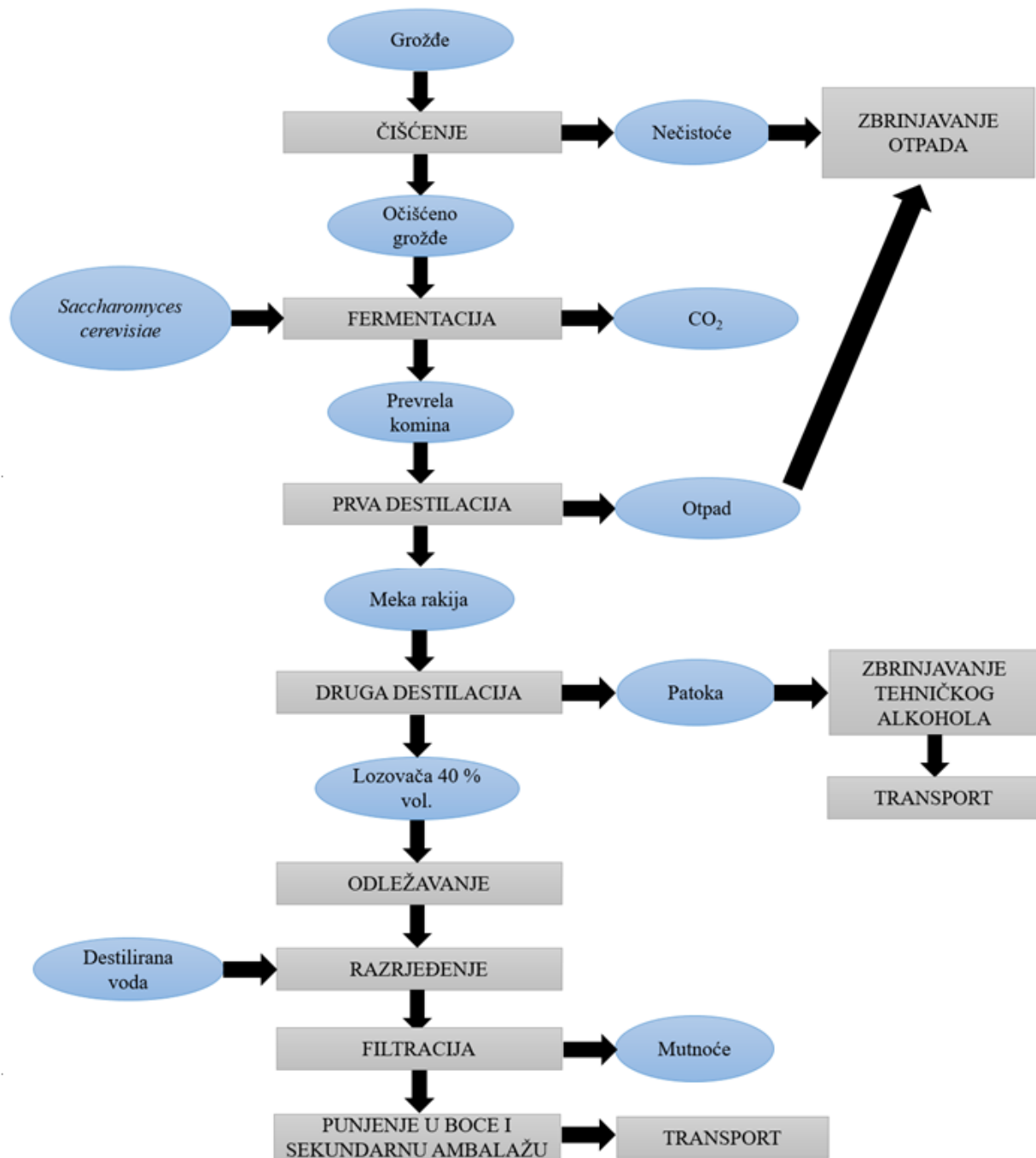
**Slika 26.** Čepilica (KokotEno d.o.o., 2022)



**Slika 27.** Stol za pakiranje (Keiserkraft, 2022)

#### 4.5.7. Blok shema

Na temelju opisanog proizvodnog procesa sumarno je prikazana blok shema procesa na slici 28.



Slika 28. Blok shema procesa proizvodnje lozovače (vlastita slika)

#### 4.5.8. Energetska bilanca

Predviđen utrošak električne energije, vode i komprimiranog zraka, prilikom provođenja proizvodnog procesa, prikazan je u tablici 4.

**Tablica 4.** Energetska bilanca procesa proizvodnje lozovače

Naziv uređaja	Količina	Instalirana snaga el. energije (kW)	Voda (t/h)	Zrak (m <sup>3</sup> /h)
Vibracioni stol	1	0,75	/	/
Ruljača muljača	1	1,1	/	/
Peristaltička pumpa s usipnim košem	1	3	/	/
Centrifugalna pumpa	3	0,74	/	/
Peristaltička pumpa	1	1,5	/	/
Punilica	1	0,12	/	/
Čepilica	1	0,18	/	/
Filter preša	1	0,37	/	/
CIP	1	4,5	0,3	5,43
Hladnjak kotla	1	/	0,8	/
Rashladnik	1	2,5	/	/
<b>UKUPNO</b>	<b>12</b>	<b>16,24</b>	<b>1,1</b>	<b>5,43</b>

#### 4.6. SKLADIŠNI PROSTOR

Za potrebe male destilerije Cvetković osigurana su skladišta sirove rakije, kvasca, ambalaže, pomoćne aparature, nusproizvoda te gotovog proizvoda.

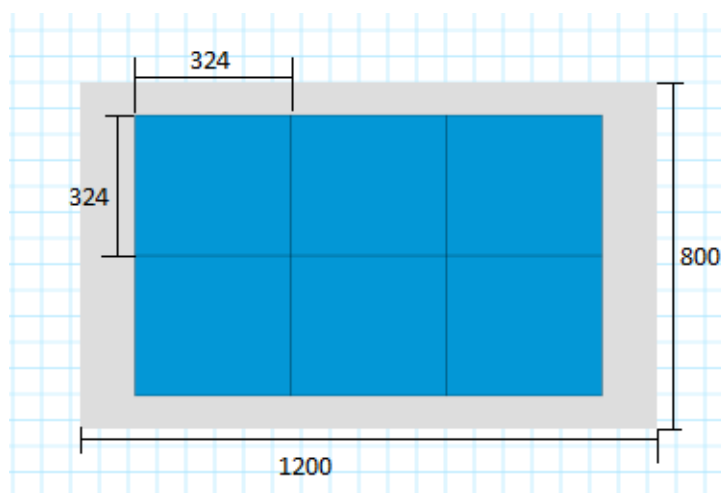
#### 4.6.1. Skladištenje sirove rakije

Za skladištenje sirove rakije osiguran je inox tank volumena 2600 L. Nakon razrjeđenja destiliranom vodom na koncentraciju od 40 % vol. alkohola, lozovača se filtrira i puni u staklene boce, pakira u sekundarnu transportnu ambalažu, slaže na palete i transportira.

#### 4.6.2. Skladište ambalaže

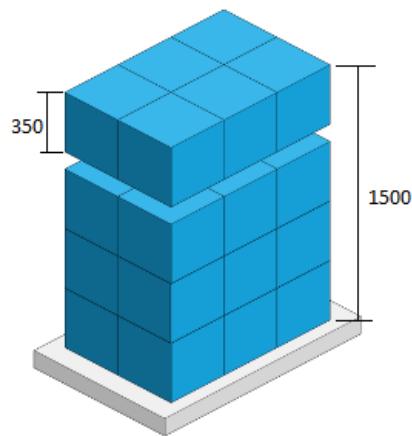
Skladište ambalaže bit će organizirano tako da će, staklene boce od 1 L u sekundarnoj transportnoj ambalaži (kartonske kutije) za gotov proizvod, lozovaču, biti na Euro paletama dimenzije 1200 x 800 x 150 mm, smještenim na podu. Zatvarači za boce i role etiketa bit će smješteni na jednoj paleti u transportnoj ambalaži.

Za godišnji kapacitet proizvodnje od 2500 L lozovače, potrebno je nabaviti 2500 boca volumena 1 L. Boce, proizvođača Bumbar d.o.o. pakirane su po 20 komada u transportnu ambalažu, dakle potrebno je nabaviti 125 kutija staklenih boca od 1 L. Potrebno je osigurati 6 paletnih mjesta. Na Euro paleti (1200 x 800 x 150 mm) nalazit će se 24 kutije u tri reda po 4 kutije (slika 29), dimenzije 324 x 324 x 350 mm, a maksimalna visina tereta na paleti iznosi 1500 mm (slika 30). Ukupna masa pune palete iznosi 254,4 kg.



**Slika 29.** Shema rasporeda kutija ambalaže na Euro paleti (*vlastita slika*) (vrijednosti su prikazane u mm)



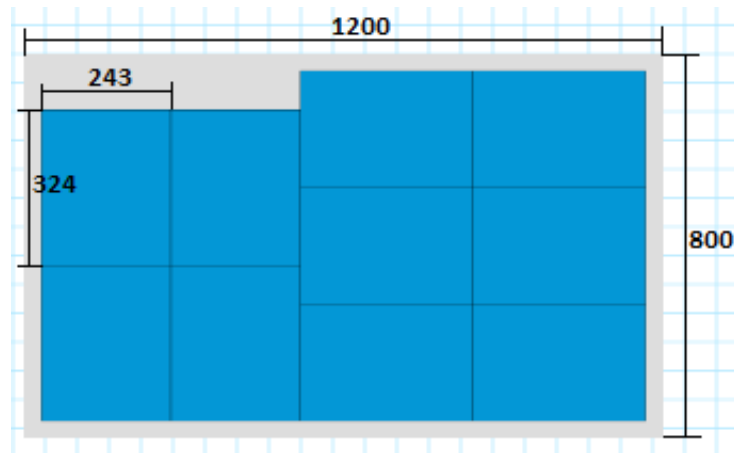


**Slika 30.** Trodimenzionalni prikaz sekundarne ambalaže na paleti (*vlastita slika*) (vrijednosti su prikazane u mm)

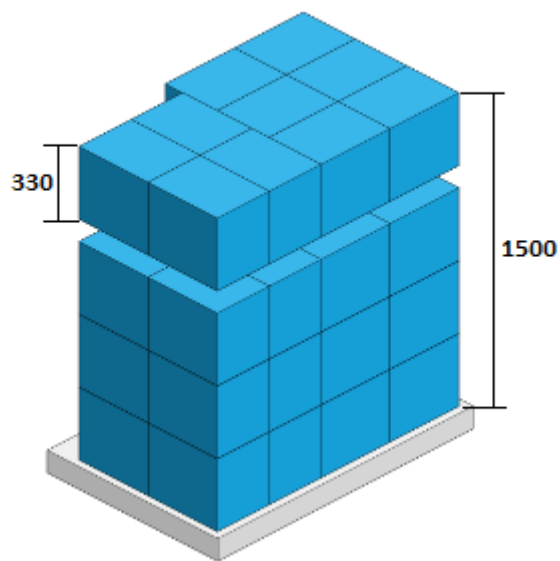
Ambalaža će se naručivati na godišnjoj bazi, stoga će biti potrebno osigurati 7 paletnih mjesta, 6 paleta će biti u potpunosti ispunjeno, a jedna djelomično.

#### 4.6.3. Skladište gotovog proizvoda

Proizvod će se skladištiti u staklenim bocama, u sekundarnoj ambalaži rađenoj po mjeri od dobavljača Bumbar d.o.o., dimenzija 243 x 324 x 330 mm. U svakoj kutiji nalazit će se 12 boca. Na jednoj Euro paleti nalazit će se 40 kutija posloženih kako je prikazano na slikama 31 i 32. Za potrebe godišnje proizvodnje potrebno je osigurati 6 paletnih mjesta za 209 kutija u kojem se nalazi po 12 boca gotovog proizvoda. Ukupna masa jedne pune palete iznosi 736 kg, a visina pune palete 1500 mm.



**Slika 31.** Shematski prikaz rasporeda sekundarne ambalaže na Euro paleti (*vlastita slika*) (vrijednosti su prikazane u mm)



**Slika 32.** Trodimenzionalni prikaz rasporeda sekundarne ambalaže s gotovim proizvodom na paleti (*vlastita slika*) (vrijednosti su prikazane u mm)

#### 4.6.4. Skladište nusproizvoda

Nusproizvod, patoka, koja će se prodavati kao tehnički alkohol, će se do trenutka transporta skladištiti u inox tanku sa nastavkom za viličar. Osigurano je jedno paletno mjesto za skladištenje nusproizvoda.

#### 4.6.5. Skladište pomoćne aparature i kvasca

Posude za prihvatanje i vaganje grožđa bit će skladištene u prostoru za prihvatanje sirovine. Nabavit će se 13 HDLP kupa za prihvatanje sirovine. Transport praznih i napunjenih posuda odvija se viličarem. Posude će se nalaziti na paleti prilikom vaganja, a dok nisu u upotrebi bit će složene jedna u drugu. Kvasac potreban za provođenje fermentacije, skladištit će se u hladnjaku laboratoriju male destilerije, gdje će se adekvatno pripremiti za proces, prema uputama proizvođača.

#### 4.6.6. Analiza ambalaže

Lozovača se puni u prozirne staklene boce volumena 1 L, zatvorene crnim zatvaračem na navoj. Ambalaža se nabavlja od dobavljača Bumar d.o.o. Specifikacije staklene boce (slika 33) i zatvarača (slika 34) dane su u tablici 5 i 6. Staklo je anorganska tvar, amorfne građe, dobivena taljenjem sirovina i hlađenjem bez kristalizacije. Prema kemijskom sastavu, to je smjesa silikata, alkalijskih i zemnoalkalijskih oksida. Staklena ambalaža koristi se zbog nepropusnosti za vodenu paru i plinove, pogodno je za pakiranje namirnica osjetljivih na kisik, a posebno za namirnice koje sadrže lako hlapive sastojke. Staklo je inertan materijal, velike kemijske postojanosti i netoksično (Vujković i sur., 2007). Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom (NN 125/2009) staklena ambalaža mora biti izrađena od homogene smjese, površina unutarnje strane ambalaže mora biti glatka. Gornji rub otvora grla takve ambalaže ne smije biti oštar ili oštećen (Pravilnik, 2009b). Za potrebe prehrambene industrije koristi se staklo 3. hidrolitičke skupine (Vujković i sur., 2007).

Staklene boce bit će zatvorene zatvaračima s navojem (slika 34). Karakterizira ih određen broj kontinuiranih ili diskontinuiranih ispupčenja ili navoja, na vanjskoj strani grla. Proizvedeni su od metala, a kao brtvena masa koristi se plastična masa. Ne oštećuju se prilikom

otvaranja boce, tj moguće ih je koristiti za ponovno zatvaranje te zbog toga nisu garancija protiv nedopuštenog otvaranja boca. Kako bi se to izbjeglo, zatvarač boce zaštićuje se papirnom ogrlicom (dio etikete koji obuhvaća zatvarač i bocu te markica koja se pokida prilikom otvaranja) (Vujković i sur., 2007).

**Tablica 5.** Specifikacije staklene boce (Bumbar d.o.o. 2022a)

<b>Zapremina (mL)</b>	1000
<b>Visina (mm)</b>	320
<b>Širina (mm)</b>	81
<b>Težina (g)</b>	530
<b>Grlo</b>	31,5 x 24 navoj
<b>Transportno pakiranje (kom.)</b>	20
<b>Cijena komad (s PDV – om) (kn)</b>	5,35



**Slika 33.** Primjer staklene ambalaže (Bumbar, 2022a)

5

**Tablica 6.** Specifikacije zatvarača (Bumbar d.o.o. 2022b)

<b>Grlo</b>	31,5 x 24 navoj
<b>Transportno pakiranje</b>	100 komada
<b>Cijena s PDV - om</b>	1,15 kn



**Slika 34.** Aluminijski zatvarač (Bumbar d.o.o. 2022b)

### *Označavanje proizvoda*

Etiketa proizvoda (slika 35) nalijepit će se na staklenu bocu prilikom etiketiranja, a mora sadržavati:

1. Ime proizvođača
2. Ime proizvoda
3. Geografsko podrijetlo
4. Godina proizvodnje
5. Alkoholna jakost u % vol
6. Volumen proizvoda
7. Ostale informacije: logo male destilerije



Slika 35. Primjer etikete proizvoda (*vlastita slika*)

#### 4.7. POPIS UREĐAJA

Korišteni uređaji i oprema prikazani su u tablici 7 sa pripadajućim dimenzijama, količinom, namjenom, kapacitetom i karakteristikama.

**Tablica 7.** Popis korištenih uređaja i opreme

Pozicija	Naziv uređaja i opreme	Količina	Dimenzije <sup>2</sup> (mm)	Kapacitet	Namjena i karakteristike
1	Vibracioni stol	1	3000 x 800 x 750	2 – 10 t/h	Sortiranje i čišćenje grožđa
2	Ruljača - muljača	1	1300 x 660 x 710	3,5 – 4 t/h	Odvajanje bobica od peteljki i lagano gnječenje bobica
3	Peristaltička pumpa s usipnim košem	1	1100 x 540	1000 – 11 000 L/h	Transport izmuljanog grožđa u fermentore
4	Fermentor	3	Φ 1593 x 3900	6000 L	Fermentacija bobica i soka grožđa
4.1.	Prenamijenjeni fermentor	3	Φ 1593 x 3900	6000 L	Prihvatni inox tank za filtriranu rakiju
5	Bakreni kotao za destilaciju	1	Φ 970 ložište x 2000	350 L	Destilacija prevrele komine
6	Hladnjak kotla	1	950 x 2000	800 L	Kondenzacija destilata
/	Spojna cijev kotla	1	3000 <sup>3</sup>	/	Cijev koja spaja kotao i hladnjak
7	Inox tank promjenjivog volumena	1	Φ 1593 x 3900	6000 L	Prihvatni spremnik za destilat
8	Centrifugalna pumpa	2	500 x 600 x 300	300 – 1680 L/h	Pumpa za pretakanje rakije
9	Inox tank s miješalicom i duplim plaštom	1	Φ 1275 x 2745	2600 L	Odležavanje i razrjeđivanje destilata
10	Cisterna za vodu	1	1000 x 1170 x 1200	1000 L	Za razrjeđivanje destilata
11	Peristaltička pumpa	1	1100 x 600 x 100	500 – 2000 L/h	Prepumpavanje fermentirane komine u kotao
12	Stol za pakiranje boca u kutije i etiketiranje	2	1200 x 750 x 900	/	Radna površina za pakiranje

<sup>2</sup> Dimenzije su navedene na sljedeći način: duljina x širina x visina (mm) ili promjer (Φ) x visina (mm)

<sup>3</sup> Duljina cijevi u mm

**Tablica 7.** Popis korištenih uređaja i opreme – nastavak

Oznaka na tlocrtu	Naziv uređaja i opreme	Količina	Dimenzije <sup>4</sup> (mm)	Kapacitet	Namjena i karakteristike
13	Punilica	1	200 x 400 x 400	200 L/h	Punjenje rakije u boce
14	Čepilica	1	200 x 400 x 400	/	Zatvaranje boca aluminijskim zatvaračem
15	HDLP kaca	13	Φ 1450 x 940	1000 L	Spremnik za vaganje sirovine
16	CIP	1	670 x 700 x 200	700 – 2400 L/h	Sustav za čišćenje fermentora i kotla
/	Digitalni refraktometar	2	/	/	Mjerenje šećera u izmuljanom grožđu
/	Alkoholmetar	3	/	/	Određivanje postotka alkohola u destilatu
/	Ručni viličar	3	2719 x 2090 x 990	/	Unutarnji transport
18	Paletna vaga	1	850 x 850 x 35	/	Vaganje sirovine
20	Inox tank	1	Φ 637 x 1800	400 L	Prihvatni tank za odvajanje srca
21	Filter preša	1	200 x 200 x 100	540 – 780 L/h	Filtracija hladno stabilizirane rakije
22	Rashladnik	1	440 x 1100 x 150	/	Rashladni uređaj za hlađenje inox tanka
23	Inox tank	1	Φ 638 x 1550	400 L	Pohrana nusproizvoda

<sup>4</sup> Dimenzije su navedene na sljedeći način: duljina x širina x visina (mm) ili promjer (Φ) x visina (mm)



#### 4.8. POPIS PROSTORIJA

Tablicom 8 prikazan je popis prostorija i pripadajućih površina pogona prema izrađenom tlocrtnom rasporedu (slika 36). Raspored prostorija izrađen je tako da se proizvodni i neproizvodni dio pogona ne preklapa, odnosno nemoguć je ulazak u proizvodni dio pogona bez prolaza kroz dezinfekcijsku barijeru. Ukupna površina male destilerije Cvetković iznosi 527,29 m<sup>2</sup>.

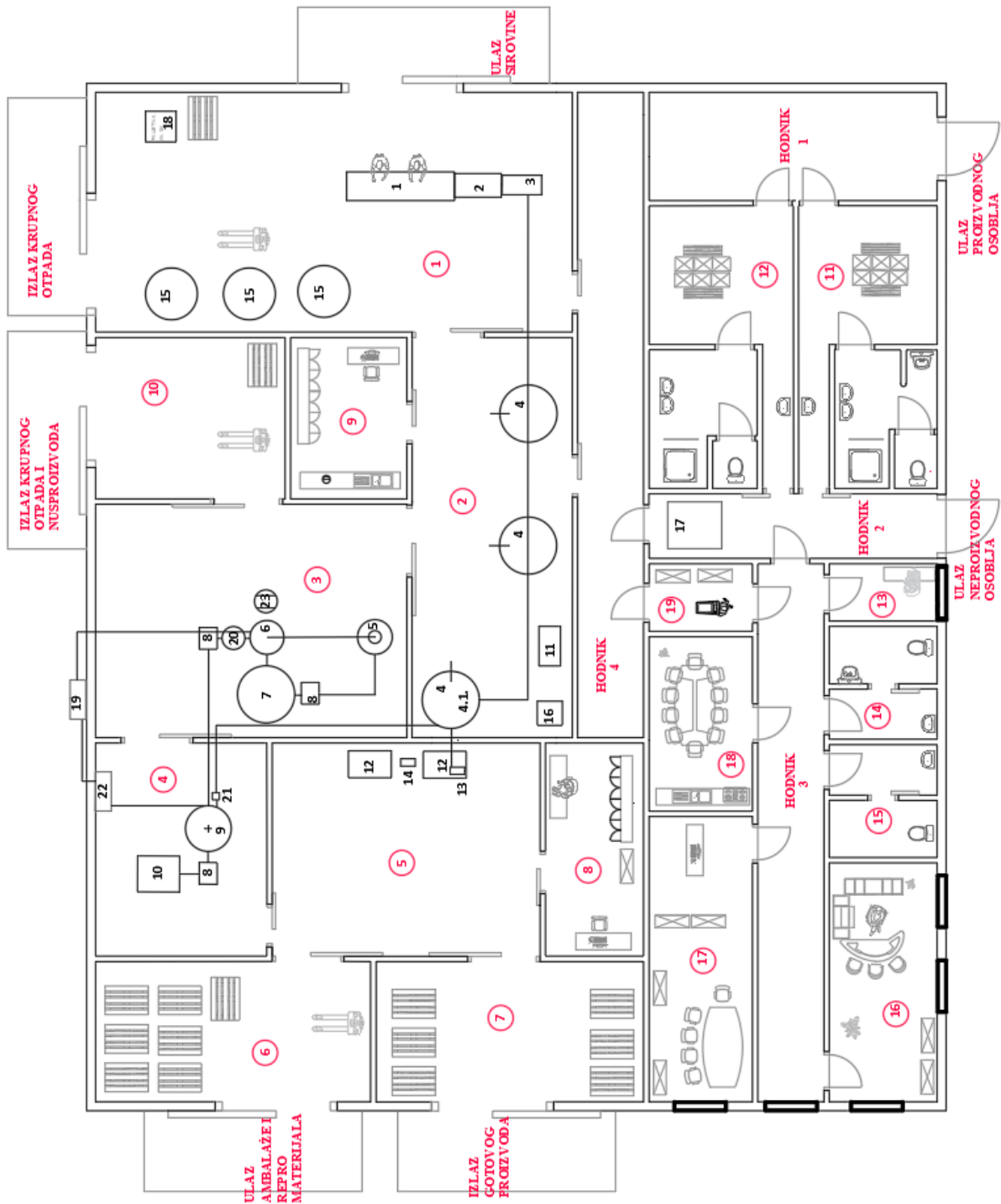
**Tablica 8.** Popis prostorija sa pripadajućom kvadraturom

Oznaka	Naziv prostorije	Površina (m <sup>2</sup> )
1	Prijem sirovine i čišćenje	88,26
2	Fermentacija	49,47
3	Destilacija	56,00
4	Odležavanje, razrjeđivanje, hladna stabilizacija i filtracija	28,18
5	Pakiranje i etiketiranje	44,09
6	Skladište ambalaže	29,79
7	Skladište gotovog proizvoda	28,89
8	Ured tehnologa	16,17
9	Laboratorij	14,49
10	Skladište nusproizvoda i koridor za odvoz krupnog otpada	23,63
11	Muški garderobno sanitarni blok	30,23
12	Ženski garderobno sanitarni blok	32,48
13	Porta	4,77
14	Muški toalet	9,40
15	Ženski toalet	9,40
16	Soba direktora	19,91
17	Kušaona i prodajni prostor	22,79
18	Čajna kuhinja	13,95
19	Spremište opreme za čišćenje	5,39
	<b>UKUPNO</b>	527,29

##### 4.8.1 Tlocrt pogona

Tlocrt pogona izrađen je u računalnom programu za tehničko crtanje AutoCAD 2023. Na slici 36 prikazan je prostorni raspored prostorija pogona s pripadajućim uređajima i opremom. Osigurani su muški i ženski garderobno – sanitarni čvorovi te obavezan ulaz u pogon preko dezinfekcijske barijere. Kušaona i proizvodni prostor bit će izgrađeni prema tlocrtu u svrhu razvoja seoskog turizma i proširenja asortimana proizvoda. Laboratorij, prikazan oznakom 9, opremljen je osnovnim posuđem, refraktometrom, alkoholmetrom i kemikalijama

za provođenje navedenih metoda analize sirovine, destilata i proizvoda. Pozicioniran je na tlocrtu tako da je u blizini sobe gdje će se odvijati fermentacija jer će kvasac skladištiti i pripremati u laboratoriju. Prenamijenjeni fermentor za pohranu filtrirane rakije bit će spojen na inox tank za odležavanje i razrjeđivanje preko filter preše s pumpom, nakon što se fermentor isprazni i očisti.



Slika 36. Tlocrt pogona (vlastita slika)

## 4.9. HIGIJENA

Sljedeći zakonske okvire, sadržane u uredbama i pravilnicima, točnije Zakonu o hrani (Zakon, 2013b) i Pravilniku o higijeni hrane (Pravilnik, 2007), relevantne za subjekte u poslovanju hranom, a koji su važeći u Republici Hrvatskoj kao i ostalim državama članicama Europske unije, potrebno je poštivati zahtjeve vezane za higijenu prostorija, opreme i strojeva, transportnih vozila i zaposlenika.

U svrhu lakšeg održavanja zahtijevanih higijenskih uvjeta potrebno je odabrati materijale i opremu koji su glatki (ali ne i skliski u slučaju odabira građevinskog materijala za podove) i otporni na habanje, vlagu, i pogodni za lagano održavanje i čišćenje, a sve u cilju proizvodnje higijenski ispravnog i sigurnog proizvoda (Holah, 2014). Osiguran je prostor za čišćenje kupaonica i prijem sirovine, kupaonica za transport komine i tanka za skladištenje nusproizvoda.

CIP (Cleaning in Place) sustavi pogodni su za čišćenje cijevi, tankova i ostale opreme bez potrebe rastavljanja, uz kontrolu upotrijebljenih kemikalija za čišćenje. Zbog složenosti CIP sustava preporučeno je uključiti isti u projektiranje pogona u startu, no kod manjih proizvođača moguće je koristiti i manje mobilne CIP stanice koje se pritom uključuju u sustav po potrebi. Spajanje takvih mobilnih stanica na sam sustav je jednostavno i može se brzo izvesti, a za učinkovito provođenje čišćenja potrebno je napuniti spremnik CIP mehanizacije potrebnom smjesom deterdženata i započeti ciklus čišćenja. Uređaj će potom cirkulirati otopinu ili smjesu u potrebnom vremenu cirkulacije, a ovisno o vrsti ciklusa, 10 – 40 minuta (Holah, 2014).

Za potrebe pogona nabavit će se uređaj CIP 350 (slika 37), nizozemskog proizvođača OMVE, jedinica je opremljena s posudom za automatsko čišćenje od 50 L i velikim protokom brzine u rasponu od 0,7 m<sup>3</sup> /h do 2,4 m<sup>3</sup> /h. Uređaj će se koristiti za pranje inox tankova u kojima se odvija fermentacija, kako bi se pri sljedećoj uporabi smanjio rizik mikrobiološke kontaminacije masulja. Kotao će se nakon korištenja, između destilacija fermentirane komine i meke rakije, oprati blago alkalnom otopinom te dobro isprati vodom. Prije provođenja destilacije meke rakije, u kotlu će se destilirati voda, kako bi se dodatno osigurala čistoća opreme.

Proizvođač navodi raspoložive cikluse čišćenja jedinice CIP 350:

- $\pm 10$  minuta pranja proizvoda hladnom / toplom vodom iz sustava / spremnika
- $\pm 30$  min alkalno čišćenje na  $\pm 70$  ° C (ovisno o vrsti deterdženta)
- $\pm 10$  min hladne / vruće vode za uklanjanje deterdženata iz opreme
- $\pm 30$  min kiselinsko čišćenje na  $\pm 70$  ° C (ovisno o vrsti deterdženta)
- $\pm 15$  minuta hladne / vruće vode za uklanjanje deterdženata iz opreme
- Pražnjenje spremnika i cijevi



**Slika 37.** Prijenosna CIP stanica (OMVE, 2022)

#### **4.10. ZBRINJAVANJE OTPADA**

Mjesta zbrinjavanja otpada konstruirana su tako da se izbjegne rizik mikrobiološke kontaminacije, prodora štetocina i eliminacije neugodnog mirisa koji bi mogao prodrijeti u proizvodni dio pogona. Također, potrebno je osigurati jednostavan prilaz mjestu odlaganja otpada, adekvatno ga zaštititi od vanjskih utjecaja i štetocina te omogućiti jednostavno čišćenje spremnika za odlaganje otpada. Sav nastali otpad odlaže se u pravilno označene, nepropusne

spremnike, koje je nakon pražnjenja moguće jednostavno očistiti. Spremnike s otpadom ne smije se transportirati preko higijenskih zona unutar male destilerije (Holah, 2014).

#### 4.10.1. Otpad nastao proizvodnjom lozovače

Procesom prve destilacije, u kotlovima zaostaje dio prevrele komine koji se kategorizira kao “otpad iz proizvodnje alkoholnih i bezalkoholnih pića (isključujući kavu, čaj i kakao)” oznake 02 07 te će se sukladno tome odlagati na način propisan Pravilnikom o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagalište otpada (Pravilnik, 2015).

#### 4.10.2. Preostali otpad

Tijekom rada male destilerije, na lokaciji će potencijalno nastajati sljedeće vrste otpada prema Pravilniku o katalogu otpada NN 90/15 (Pravilnik, 2015):

- 15 01 01 ambalaža od papira i kartona
- 15 01 02 ambalaža od plastike
- 15 01 07 staklena ambalaža
- 20 01 01 papir i karton
- 20 03 01 miješani komunalni otpad

Nastali otpad na lokaciji pogona će se prvo skladištiti u primarnim skladištima otpada, svaki otpad će biti pojedinačno označen kako bi se pravilno mogao odvajati. Također, vodit će se evidencija o nastajanju i odvajanju otpada. U pogonu je osiguran siguran prolaz otpadnog materijala, koji će se skupljati na za to predviđenom zelenom otoku. Otpad nastao čišćenjem sirovine, na siguran način će se iznositi van pogona kroz prostoriju u kojoj otpad nastaje (prostorija za prihvata i čišćenje sirovine, označena brojem 1 kako je prikazano na tlocrtu, slika 36). Ostatak komine koji zaostaje u kotlu, također će se na siguran način odvoziti van pogona, kroz prostoriju skladištenja tehničkog alkohola, s obzirom da njegova potencijalna kontaminacija ne predstavlja zdravstveni rizik za potrošača. Tehnički alkohol koji se skladišti će se transportirati cisternama van pogona u što kraćem roku.

#### 4.11. RADNA SNAGA

Mala destilerija Cvetković sezonski zapošljava ukupno 6 radnika. Za prijem i čišćenje sirovine predviđena su 2 radnika koja će zajedno u dvije smjene od 8 h, raspoređene u dva dana, očistiti sirovinu i napuniti fermentore. Proces fermentacije potrebno je nadzirati 14 dana, iz tog razloga zaposlit će se jedan tehnolog i tehničar, koji će raditi odvojeno u dvije smjene od 8 h. Nakon provedene fermentacije, isti tehnolog i tehničar provest će i nadzirati proces destilacije koji ukupno traje 11 dana, u dvije smjene od 8 sati. Odležavanje sirove rakije nadzirat će se 6 mjeseci, svaki dan u jednoj smjeni od 8 sati. Nadzor će provoditi tehnolog i tehničar koji će se izmjenjivati svaki tjedan. Uz spomenuti proces, tehnolog i tehničar bit će u tom periodu zaduženi za provođenje i nadzor hladne stabilizacije i filtracije rakije. Za punjenje, zatvaranje, etiketiranje, slaganje boca u kutije i na palete zaposlit će se dva radnika koji će raditi 2 dana u dvije smjene od 8 sati. Svi radnici zaposlit će se sezonski. Tijekom radnih sati, tehnolog će uz nadzor procesa provoditi pripremu nove sezone, brinuti o pogonu i komunicirati s potrošačima. U tablici 9 sumarno je prikazan broj zaposlenih i ukupan broj radnih dana i osmosatnih smjena.

**Tablica 9.** Prikaz potrebnih radnika za pojedino radno mjesto, broj osmosatnih smjena i radnih dana u godini

<b>Radno mjesto</b>	<b>Potrebno vrijeme (h)</b>	<b>Broj smjena od 8 h</b>	<b>Broj radnih dana</b>	<b>Broj potrebnih radnika</b>
Čišćenje	16	2	2	2
Fermentacija	336	28	14	2
Destilacija	189	21	11	
Odležavanje, razrjeđivanje, hladna stabilizacija i filtracija	4320	180	180	
Punjenje, etiketiranje	23	4	2	2
<b>UKUPNO</b>	<b>4875</b>	<b>234</b>	<b>209</b>	<b>6</b>

## 5. ZAKLJUČCI

1. Makrolokacija Splitsko – dalmatinske županije odabrana je za smještaj pogona zbog povoljnog geografskog položaja, idealne prometne povezanosti te povoljnih klimatskih uvjeta za uzgoj sirovine.
2. Gospodarska zona Račva, grada Vrgorca odabrana je za mikrolokaciju male destilerije zbog izvrsne prometne povezanosti, blizine sirovine i dovoljnog prostora za izgradnju pogona uz mogućnost budućeg proširenja.
3. Proizvodni postupak proizvodnje lozovače uključuje prijem sirovine, vaganje, čišćenje, ruljanje – muljanje, fermentaciju, dvostruku destilaciju, odležavanje, razrjeđivanje, filtraciju, pakiranje, etiketiranje i distribuciju.
4. Površina male destilerije Cvetković iznosi 527,29 m<sup>2</sup> te uključuje proizvodni i neproizvodni dio objekta. Pogon je projektiran u skladu sa zakonskom regulativom, propisima prehrambene struke i građevinskim i higijenskim standardima.
5. Linija proizvodnje zadovoljava kapacitet prerade oko 13 t sirovine godišnje što odgovara godišnjoj proizvodnji od 1000 L apsolutnog alkohola. Elaboratom je predložena potrošnja energenata 16,24 kW električne energije, 1,1 t/h vode te 5,43 m<sup>3</sup>/h zraka.
6. Radna snaga za potrebe proizvodnje lozovače osigurat će se sezonski, a ukupno je osigurano 6 radnih mjesta, temeljeno stupnjem obrazovanja zaposlenika ovisno o zahtjevu radnog mjesta.

## 6. LITERATURA

Agrologistika (2022) Digitalni refraktometar. [https://agrologistika.hr/hr\\_HR/mjerni-instrumenti/refraktometar/digitalni-refraktometar-ma-871-85-brix](https://agrologistika.hr/hr_HR/mjerni-instrumenti/refraktometar/digitalni-refraktometar-ma-871-85-brix). Pristupljeno 28. travnja 2022.

AmGrupa d.o.o. (2022a) Posuda za prijem sirovine. <https://www.amgrupa.hr/view.asp?idp=270&c=72>. Pristupljeno 28. travnja 2022.

AmGrupa d.o.o. (2022b) Centrifugalna pumpa Rover. <https://www.amgrupa.hr/view.asp?idp=551&c=46>. Pristupljeno 29. lipnja 2022.

AmGrupa d.o.o. (2022c) Rover Filter Colombo 18-Ploča 20x20. <https://www.amgrupa.hr/view.asp?idp=87&c=48>. Pristupljeno 28. kolovoza 2022.

Grad Vrgorac (2021) Plan ukupnog razvoja grada Vrgorca za razdoblje 2021. – 2030. str. 14 – 55.

APPRRR (2013) Stanje površina u Arkod sustavu i Vinogradarskom registru. APPRRR - Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju.

Balbino S (2016) Tehnološko projektiranje (skripta predavanja), Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Bauhaus d.o.o. (2022) Alkoholmetar. <https://www.bauhaus.hr/dodaci-za-vinogradarstvo/terarossa-alkoholmetar-s-toplomjerom/p/22864796>. Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Blažević A (2021) Mogućnost proizvodnje vinskog destilata od sorte grožđa cabernet sauvignon (diplomski rad). Prehrambeno – biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Bumbar d.o.o. (2022a) Staklena boca. [https://bumbar.hr/hrvatski/detalji-proizvoda\\_3/new-line-1000-ml\\_291](https://bumbar.hr/hrvatski/detalji-proizvoda_3/new-line-1000-ml_291). Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Bumbar d.o.o. (2022b) Aluminijski zatvarač. [https://bumbar.hr/hrvatski/detalji-proizvoda\\_3/alzatvarac-315-x-24-crni-navoj\\_751](https://bumbar.hr/hrvatski/detalji-proizvoda_3/alzatvarac-315-x-24-crni-navoj_751). Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Christoph N i Bauer-Christoph C (2007) Flavour of Spirit Drinks: Raw Materials, Fermentation, Distillation, and Ageing. U: Beger RG (ured.), Flavours and Fragrances, Springer, Germany, str. 221-239. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-49339-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-540-49339-6_10)



Comfort SA (2008) Guide to White Winemaking. [https://morewinemaking.com/web\\_files/intranet.morebeer.com/files/wwhiw.pdf](https://morewinemaking.com/web_files/intranet.morebeer.com/files/wwhiw.pdf).  
Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Destilatori d.o.o. (2022) Kotao za destilaciju. [https://www.trgovina-ekstra.hr/hr/ekskluziv-350-litara-kotao-za-rakiju#/61-nacin\\_placanja-karticama\\_jednokratno\\_uplata\\_na\\_racun\\_gotovina](https://www.trgovina-ekstra.hr/hr/ekskluziv-350-litara-kotao-za-rakiju#/61-nacin_placanja-karticama_jednokratno_uplata_na_racun_gotovina). Pristupljeno 28. travnja 2022.

Elektronovak d.o.o. (2022) Rashladni sustav. [http://www.elektronovak.hr/?page\\_id=55](http://www.elektronovak.hr/?page_id=55). Pristupljeno 31. kolovoza 2022.

Grčić B, Mrnjavac Ž, Fredotović M, Pašalić Ž, Šimunović I, Derado D i sur. (2015) Regionalni operativni program Splitsko – dalmatinske županije, Splitsko – dalmatinska županija, Ekonomski fakultet Split, Split, str. 4 – 7.

Grba S (2010) Kvasci u biotehnološkoj proizvodnji, Plejada, Zagreb.

Hirst MB i Richter CL (2016) Review of Aroma Formation through Metabolic Pathways of *Saccharomyces cerevisiae* in Beverage Fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.* **67**(4), 361–370. <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.15098>

Holah J (2014) Hygiene in Food Processing and Manufacturing. U: Motarjemi Y i Lelieveld H (ured.) Food Safety Management. A Practical Guide for the Food Industry, Elsevier, London, str. 631. – 369. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381504-0.00024-X>

Jackson RS (2008) Chemical Constituents of Grapes and Wine. U: Jackson RS (ured.) Wine Science Principles and Applications, 3. izd., Academic Press, London, str. 270-331. <https://doi.org/10.1016/B978-012373646-8.50009-3>

Katastar (2022) Slika čestice na kojoj se nalazi pogon. <https://www.katastar.hr/#/>. Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Keiserkraft (2022) Stol za pakiranje <https://www.kaiserkraft.hr/stolovi/laboratorijski-stolovi/laboratorijski-stol-s-nogom-u-obliku-slova-h/radna-visina-kod-stajanja-900-mm/p/M1300879/?articleNumber=476105>. Pristupljeno 19. lipnja 2022.

Kokot Eno d.o.o. (2022) Poluautomatska čepilica za navojni zatvarač. <https://kokoteno.hr/product/cepilica-poluautomatska-za-navojni-cep-a-v-t-400/>. Pristupljeno 4. kolovoza 2022.

Kretschmar H (1955) Hefe und alcohol, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, str. 579-600. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-92650-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-92650-1_4)

Letina d.o.o. (2022a) Fermentor i prihvatni tank promjenjivog volumena za meku rakiju i pohranu filtrirane rakije. <https://letina.com/hr/inox-bacve/visenamjenske-bacve/pzp-tank-sa-zracnim-poklopcem/>. Pristupljeno 28. travnja 2022.

Letina d.o.o. (2022b) Inox tank s nastavkom za viličara. <https://letina.com/hr/inox-bacve/visenamjenske-bacve/pv-tank-za-prijevoz-vilicarom/>. Pristupljeno 22. rujna 2022.

Letina d.o.o (2022c) Prihvatni inox tank za odležavanje i razrjeđivanje rakije <https://letina.com/hr/inox-bacve/visenamjenske-bacve/z-zatvoreni-tank/>. Pristupljeno 3. kolovoza 2022.

Maletić E, Karoglan Kontić J, Pejić I, Preiner D, Zdunić G, Bubola M (2018) Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Zagreb, 262 – 264 str.

Mettler Toledo (2022) Paletna vaga. <https://www.mt.com/hr/hr/home/library/datasheets/industrial-scales/PTA455.html#documents> Pristupljeno 28. travnja 2022.

Milijić UD, Puškaš VS, Vučurović VM, Razmovski RN (2013) The Application of Sheet Filters in Treatment of Fruit Brandy After Cold Stabilisation. *Acta Period. Technol.* 44, 87 – 94. <https://doi.org/10.2298/APT1344087M>

Molina AM, Swiegers JH, Varela C, Pretorius IS, Agosin E (2007) Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 77(3), 675-687. <https://doi.org/10.1007/s00253-007-1194-3>

Mujić I (2010) Tehnologija proizvodnje jakih alkoholnih pića, Veleučilišni udžbenik, Rijeka.

Mrvčić J (2018) Nastavni materijal kolegija Proizvodnja jakih alkoholnih pića, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Nikićević N, Spaho N, Djukić – Ratković D, Popović B, Urošević I (2018) Proizvodnja voćnih rakija vrhunskog kvaliteta, 2. izd., NIK-PRESS, Beograd.

Nikićević N, Tešević V (2010) Proizvodnja voćnih rakija vrhunskog kvaliteta, NIK-PRESS, Beograd.

OMVE (2022) CIP stanica. <https://omve.com/product/cip350-cip-unit/>. Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Pa – vin d.o.o. (2022a) Peristaltička pumpa s usipnim košem i peristatička pumpa za fermentiranu kominu. <http://www.pavin.hr/proizvod/peristalticke-pumpe-mori/>. Pristupljeno 4. kolovoza 2022.

Pa – vin d.o.o. (2022b) Kvasac UVAFERM CM. <http://www.pavin.hr/proizvod/uvaferm-cm/>. Pristupljeno 16. lipnja 2022.

Pa – vin d.o.o. (2022c) Poluautomatska vakuum punilica Enolmatic. <http://www.pavin.hr/proizvod/punilica-enolmatic/> Pristupljeno 28. kolovoza 2022.

Pravilnik (2007) Pravilnik o higijeni hrane. Narodne novine 99, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007\\_10\\_99\\_2948.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_10_99_2948.html) Pristupljeno 28. kolovoza 2022.

Pravilnik (2009a) Pravilnik o jakim alkoholnim pićima. Narodne novine 61, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_05\\_61\\_1405.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_05_61_1405.html) Pristupljeno 1. kolovoza 2022.

Pravilnik (2009b) Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom. Narodne novine 125, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_10\\_125\\_3092.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_125_3092.html) Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Pravilnik (2015) Pravilnik o katalogu otpada. Narodne novine 90, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_08\\_90\\_1757.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_08_90_1757.html) Pristupljeno 15. lipnja 2022.

Pravilnik (2019) Pravilnik o trošarinama. Narodne novine 1, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_01\\_1\\_1.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_1_1.html) Pristupljeno 15. svibnja 2022.

Radovanović V (1986) Tehnologija vina, Građevinska knjiga, Beograd, str. 206-210.

Ribéreau-Gayon P, Dubourdieu D, Doneche B, Lonvaud A (2006) Handbook of enology Volume 1, The microbiology of wine and vinifications 2. izd., John Wiley & Sons, Chichester, str. 2 – 58.

Rushton A, Ward AS, Hodlich RG (1996) Solid – Liquid Filtration and Separation Technology, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, str. 1 – 3.

Spaho N (2017) Distillation Techniques in the Fruiz Spirits Production. U: Mendes M (ured.) Distillation – Inovative Applications and Modeling, INTECH, London, str. 130 - 147.  
<http://doi.org/10.5772/66774>

Šef F i Olujić Ž (1988) Projektiranje procesnih postrojenja, SKTH, KUI, Zagreb.

Torija MJ, Rozes N, Poblet M, Guillamón JM, Mas A (2003) Effects of fermentation temperature on the strain population of *Saccharomyces cerevisiae*. *Int. J. Food Microbiol.* **80**(1), 47-53. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(02\)00144-7](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00144-7)

Tsakiris A, Kallithraka S, Kourkoutas Y (2013) Grape brandy Production, Composition and Sensory evaluation, *J. Sci. Food Agric.*, **94**(3), 404 – 414. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6377>

Vinoartis (2022a) Vibracioni stol. <https://vinoartis.hr/stranica-artikla/podrumarstvo/transportne-trake/vibracioni-stol-zambelli-tsv3/>. Pristupljeno 28. travnja 2022.

Vinoartis (2022b) Ruljača – muljača. <https://vinoartis.hr/stranica-artikla/podrumarstvo/ruljace-muljace/ruljaca-muljaca-beta-35/>. Pristupljeno 28. travnja 2022.

Vujković I, Galić K, Vereš M (2007) Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus, Zagreb, str. 139. – 145.

Zakon (2013a) Zakon o gradnji. Narodne novine 153, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_153\\_3221.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html) Pristupljeno 29. lipnja 2022.

Zakon (2013b) Zakon o hrani. Narodne novine 81, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_81\\_1699.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_81_1699.html) Pristupljeno 29. lipnja 2022.

Zakon (2013c) Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu. Narodne novine 81, Zagreb. <https://www.zakon.hr/z/641/Zakon-o-higijeni-hrane-i-mikrobiolo%C5%A1kim-kriterijima-za-hranu> Pristupljeno 29. lipnja 2022.

## **7. PRILOZI**

Prilog 1. Tlocrtni raspored u mjerilu 1:100.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja TEA CVETKOVIĆ izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

  
\_\_\_\_\_

Vlastoručni potpis