

# Utvrđivanje prostorne varijabilnosti vegetativnog i generativnog rasta vinove loze unutar vinograda

---

**Topić, Šimun**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:099487>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **UTVRĐIVANJE PROSTORNE VARIJABILNOSTI VEGETATIVNOG I GENERATIVNOG RASTA VINOVE LOZE UNUTAR VINOGRADA**

DIPLOMSKI RAD

Šimun Topić

Zagreb, Rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Vinogradarstvo i vinarstvo

**UTVRĐIVANJE PROSTORNE VARIJABILNOSTI  
VEGETATIVNOG I GENERATIVNOG RASTA VINOVE  
LOZE UNUTAR VINOGRADA**

DIPLOMSKI RAD

Šimun Topić

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Marko Karoglan

Zagreb, Rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## **IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Šimun Topić**, JMBAG 0152196486, rođen/a 27.11.1990. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

### **UTVRĐIVANJE PROSTORNE VARIJABILNOSTI VEGETATIVNOG I GENERATIVNOG RASTA**

#### **VINOVE LOZE UNUTAR VINOGRADA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Šimun Topić**, JMBAG 0152196486, naslova

#### UTVRĐIVANJE PROSTORNE VARIJABILNOSTI VEGETATIVNOG I GENERATIVNOG RASTA

#### VINOVE LOZE UNUTAR VINOGRADA

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Izv. prof. dr. sc. Marko Karoglan mentor \_\_\_\_\_
2. Izv. Prof. dr. sc. Darko Preiner član \_\_\_\_\_
3. Doc. dr. sc. Željko Andabaka član \_\_\_\_\_



## Sadržaj

1.	UVOD .....	1
1.1.	Cilj rada.....	3
2.	PREGLED LITERATURE.....	4
2.1.	Prostorna varijabilnost u bujnosti vinove loze .....	4
2.2.	Prostorna varijabilnost u prinosu vinove loze .....	6
2.3.	Prostorna varijabilnost u sastavu i kakvoći grožđa.....	8
2.4.	Precizno vinogradarstvo (PV) .....	11
3.	MATERIJALI I METODE.....	14
3.1.	Sorta Pinot crni .....	14
3.1.1.	Podrijetlo i rasprostranjenost .....	14
3.1.2.	Morfološka i biološka svojstva .....	14
3.1.3.	Gospodarska svojstva .....	15
3.2.	Sorta Kraljevina.....	16
3.2.1.	Podrijetlo i rasprostranjenosti .....	16
3.2.2.	Morfološka i biološka svojstva .....	16
3.2.3.	Gospodarska svojstva .....	18
3.3.	Podregija Plešivica.....	18
3.3.1.	Karakteristike tla .....	19
3.3.2.	Vinogradi Tomac .....	20
3.3.3.	Vinogradi Šember.....	21
3.4.	Podregija Prigorje-Bilogora .....	22
3.4.1.	Karakteristike tla .....	23
3.4.2.	Vinogradi Puhelek .....	24
3.4.3.	Vinogradi Kos .....	24
3.5.	Metode kemijske analize.....	25
3.5.1.	Određivanje ukupnog sadržaja šećera .....	25
3.5.2.	Određivanje ukupne kiselosti.....	26
3.5.3.	Određivanje realne kiselosti (pH) .....	27
3.5.4.	Određivanje ukupnog dušika (N) u suhoj tvari lista .....	27
3.6.	Ravazov indeks.....	27
4.	REZULTATI I RASPRAVA .....	30
4.1.	Rezultati mjerenja u vinogradima Tomac.....	30
4.2.	Rezultati mjerenja u vinogradima Šember .....	34
4.3.	Rezultati mjerenja u vinogradima Puhelek.....	38
4.4.	Rezultati mjerenja u vinogradima Kos.....	46
5.	ZAKLJUČAK .....	50
6.	POPIS LITERATURE.....	51
7.	POPIS SLIKA .....	57
8.	ŽIVOTOPIS .....	59

## Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Šimun Topić**, naslova

### **UTVRĐIVANJE PROSTORNE VARIJABILNOSTI VEGETATIVNOG I GENERATIVNOG RASTA VINOVE LOZE UNUTAR VINOGRADA**

Prostorna varijabilnost vinove loze nije nova pojava, vinogradari su uglavnom svjesni da se vinova loza razlikuje unutar njihovih vinograda. U ovim se istraživanjima proučavala prostorna varijabilnost prinosa, bujnosti i kakvoće grožđa u vinogradima zasađenim sortom Pinot crni u Plešivičkom vinogorju, te vinogradima sorte Kraljevina u Zelinskom vinogorju, podregije Plešivica i Prigorje-Bilogora u Zapadnoj kontinentalnoj Hrvatskoj. Kemijskom analizom mošta prema metodama OIV-a dobiveni su parametri kakvoće grožđa, sadržaj šećera i ukupnih kiselina te sadržaj dušika u suhoj tvari lista. Pomoću Ravazovog indeksa mjerena je ravnoteža između generativnog i vegetativnog potencijala vinove loze. Rezultati ovih istraživanja ukazuju na veliku prostornu varijabilnost u prinosu i bujnosti vinove loze, dok je varijabilnost nešto manja za parametre kakvoće grožđa. Prema dobivenim vrijednostima za Ravazov indeks više od polovice promatranih trsova pokazalo je znakove neravnoteže, odnosno znakove pretjerano visoke ili slabe bujnosti. Koncentracija šećera i ukupnih kiselina značajno je varirala u uzorcima mošta iz vinograda Kraljevine, a u vinogradima Pinota crnog nešto manje, dok je pH vrijednost bila relativno stabilna u uzorcima mošta iz svih vinograda.

**Ključne riječi:** Prostorna varijabilnost, generativni potencijal, vegetativni potencijal, prinos, bujnost, kakvoća grožđa



## Summary

Of the master's thesis – student **Šimun Topić**, entitled

### **DETERMINING THE SPATIAL VARIABILITY OF VEGETATIVE AND GENERATIVE GROWTH OF VINES WITHIN VINEYARD**

Spatial variability of vineyards is not a new phenomenon, winegrowers are generally aware that vines differ within their vineyards. In these studies, the spatial variability of yield, vegetative growth and quality of grapes was observed in vineyards planted with Pinot Noir in winegrowing subregion Plešivica, and Kraljevina in winegrowing subregion Prigorje-Bilogora. Chemical analysis of must according to OIV methods showed grape quality parameters, sugar and titratable acid content, and nitrogen content in leaf dry matter. The balance between the generative and vegetative potential of the vine was measured using the Ravaz index. The results of the research indicate a large spatial variability in the yield and vegetative growth of the vine, while the variability is somewhat lower for the quality parameters of grapes. According to the obtained values for the Ravaz index, more than half of the observed vines showed signs of imbalance, ie signs of excessively high or low vigour. The concentration of sugars and total acids varied significantly in the samples of must from the vineyards of Kraljevina, and in the vineyards of Pinot Noir slightly less, while the pH value was relatively stable in the samples of must from all vineyards.

**Keywords:** Spatial variability, generative potential, vegetative potential, yield, vigour, grape quality

# 1. UVOD

Vinova loza je biljka penječica iz porodice lozica (*Vitaceae*) i jedna je od najstarije uzgajanih biljnih kultura. Vinova loza ima nadzemne i podzemne organe kao i svaka druga biljka. Razlikuju se vegetativni i generativni organi. Prema Mirošević i Karoglan Kontić (2008.) svaki organ loze kao višegodišnje biljke obavlja određenu fiziološku funkciju, a one su međusobno povezane i usklađene rastom i razvojem cijele biljke.

Vegetativni organi su korijen, stablo s krakovima i ograncima, mladice, rozgva i lišće. Vinova loza preko korijena apsorbira vodu i mineralne tvari iz otopine tla koje zatim pomoću ksilema i floema transportira u nadzemne dijelove biljke ili skladišti kao rezervne tvari. Korijen također osigurava stabilnost trsa učvršćujući ga u tlo te „komunicira“ s nadzemnim dijelom biljke stvaranjem biljnih hormona (auksina, citokinina i abscizinske kiseline). Stablo je odrvenjela mladica čvrste ali fleksibilne strukture. Vanjska kora stabla štiti vinovu lozu od mehaničkih oštećenja te uvelike utječe na njenu otpornost na niske zimske temperature i kasne proljetne mrazove. Također, kora drva ne propušta vodu, plinove i dobar je toplinski izolator. Prema Kontić (2018.) mladice se razvijaju iz pupova na bilo kojem dijelu trsa kombinacijom fiksnog i slobodnog rasta. Na mladici se iz različitih primordija razvijaju vitice, listovi ili cvatovi. Razlikujemo rodne mladice na kojima se nalaze grozdovi i nerodne mladice bez grozdova. U jesen su mladice većim dijelom svoje dužine odrvenjele, s njih otpadne lišće, tada su zrele mladice, rozgva, odnosno jednogodišnje drvo. Lišće vinove loze sadrži najviše klorofila koji je nužan u procesu fotosinteze kojim biljka pomoću sunčeve svjetlosti pretvara vodu i ugljikov dioksid u ugljikohidrate, odnosno hranjive asimilate koje koristi za svoju ishranu.

Svi prethodno navedeni vegetativni organi zajedno čine vegetativni potencijal biljke o čijoj će se važnosti raspravljati u narednim istraživanjima. Naime, podaci mase orezane rozgve za svaki pojedinačni pokusni trs iz četiri pokusna vinograda koristili su se za izračun Ravazovog indeksa, važnog pokazatelja ravnoteže između vegetativnog i generativnog potencijala (bujnosti i rodnosti) u uzgoju vinove loze. Za izračun Ravazovog indeksa potrebno je izmjeriti masu prinosa i podjeliti je sa masom orezane rozgve. Prema Maletić i sur. (2008.) kako bi se dobila masa orezane rozgve mjeri se masa rezom odbačene rozgve u periodu zimskog mirovanja. Kao optimalna vrijednost Ravazovog indeksa uzima se svaka vrijednost u iznosu od 5 do 10, a vrijednosti ispod i iznad optimalne vrijednosti predstavljaju neravnotežu između vegetativnog i generativnog potencijala promatrane loze (Smart i Robinson, 1991). Kemijskom analizom uzoraka lišća ustanovila se i količina ukupnog dušika (N) u suhoj tvari, također važnog faktora za izračun ukupnog vegetativnog potencijala vinove loze.

Generativni organi su cvijet, cvat, grozd, vitica, bobica i sjemenka. Vitice omogućuju vinovoj lozi da se penje i pričvršćuje uz naslon, pružajući joj pritom dodatnu stabilnost. Cvat kod vinove loze čini skup cvjetova skupljenih u grozd, a oblikuju se u zimskim i zaperkovim pupovima (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008.). Na jednoj rodnoj mladici oblikuju se u

prosijeku dva cvata koji najčešće dolaze na trećem ili četvrtom koljencu pa naviše. Najveći broj kultivara plemenite loze ima hermafroditan (dvospolan cvijet), ali se javljaju i kultivari s funkcionalno ženskim tipom cvijeta dok mnogobrojne američke vrste i njihovi križanci imaju muške cvijetove. Cvatnja započinje odvajanjem cvjetne kapice od osnove, pri čemu cvijet ostaje gol. Prema Mirošević i Karoglan Kontić (2008.) za njezin početak važno je da je optimalna temperatura između 20 i 25 °C, lijepo sunčano vrijeme s laganim povjetarcem i povoljnom vlagom zraka. Cvat postane grozdom nakon završene cvatnje, odnosno oplodnje i oblikovanja bobica.

Generativni potencijal vinove loze je nasljedna sklonost neke sorte k postizanju određene razine rodnosti te je prema Maletić i sur. (2008.) to obilježje određeno rodnošću pupova i masom grozda, a promatramo ga kao biološko, a ne gospodarsko svojstvo. Razni okolišni čimbenici utječu na prinos, ali generativni je potencijal prije svega određen genetski. Prema Maletić i sur. (2008.) pokazatelji generativnog potencijala su koeficijenti rodnosti, a razlikujemo: a) Koeficijent potencijalne rodnosti (KpR), b) Koeficijent rodnosti mladica ili relativne rodnosti (KrR) i c) Koeficijent apsolutne rodnosti (KaR). Svi nabrojani koeficijenti rodnosti se obično utvrđuju u vrijeme cvatnje, prebrojavanjem ostavljenih pupova, potjeralih mladica i na njima razvijenih cvatova. Važnost poznavanja generativnog potencijala vinove loze očituje se u mogućnosti prilagodbe sorte različitim tehnologijama i područjima uzgoja, tako npr. neke sorte dobro rode i pri kraćem rezu, dok neke sorte imaju slabiju rodnost bazalnih pupova i zahtjevaju rez na dugo rodno drvo (Maletić i sur., 2008.).

Za potrebe ovog istraživanja izmjeren je broj grozdova, prinos po trsu (kg) i prosječna masa grozda (g). Analizirani su grozdovi sorte Pinot crni iz vinograda Tomac i Šember koji se nalaze u podregiji Plešivica, te grozdovi sorte Kraljevina iz vinograda Puhelek i Kos iz podregije Prigorje-Bilogora. Prosječna masa grozda je sortno svojstvo, ali ovisi i o okolišnim uvjetima. Prema Maletić i sur. (2008.) utvrđuje se u fazi pune zrelosti grožđa, a reprezentativnost uzoraka se osigurava mjerenjem svih grozdova s nekoliko slučajno odabranih trsova. Napravljena je i kemijska analiza bobica kako bi se utvrdili faktori kakvoće uzoraka grožđa. Mjerili su se ukupni šećeri (Oe°) te ukupna kiselost (g/l) u moštu za svaki pojedini uzorak.

## **1.1. Cilj rada**

Cilj ovog rada bila je provesti opsežno istraživanje prostorne varijabilnosti glavnih atributa sastava grožđa (ukupni šećeri, ukupne kiseline, pH) kao pokazatelja kakvoće grožđa, te pokazatelja ravnoteže između vegetativnog potencijala (količina dušika u suhoj tvari lista, masa orezane rozgve, Ravazov indeks) i generativnog potencijala (broj grozdova, prinos po trsu, prosječna masa grozda). Pokus se proveo na sorti Pinot crni u uvjetima Jastrebarskog vinogorja, podregije Plešivica, te sorti Kraljevina u uvjetima Zelinskog vinogorja, podregije Prigorje-Bilogora, proizvodne godine 2019.

Cilj ovog rada je vinogradarima pružiti praktičan i koristan način klasifikacije vinograda prema sastavu grožđa, te ravnoteži između vegetativnog i generativnog potencijala prema Ravazovom indeksu. Također, jedan od ciljeva koji može biti značajan za precizno vinogradarstvo je poboljšati znanje o prostornoj varijabilnosti vinograda pomoću proučavanja interakcije vinove loze i okoliša, kako bi se poboljšao sastav grožđa a time i kvaliteta vina koja se od njega proizvodi.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Prostorna varijabilnost u bujnosti vinove loze

Prostorna i vremenska varijabilnost bujnosti vinove loze unutar vinograda povezana je s promjenom u fizičkim i kemijskim svojstvima tla, te utječe na prinos te sastav grožđa i vina. Na tu temu King i sur. (2014.) proveli su istaživanja tijekom sezone 2006/07 i 2007/08 na klonu Cabernet Sauvignon-a UCD 15 koji raste na podlozi 101-14, u vinogradu smještenom na području Gimblett šljunka u zaljevu Hawke's Bay, na Novom Zelandu. Zone vinograda odabrali su na temelju vizualne procjene bujnosti vinove loze koja je provedena prije berbe u ožujku 2006., pri čemu je posebno istaknuta veličina i boja lista, promjer nadzemnog dijela trsa, količina bočnog rasta i gustoća nadzemnog dijela trsa. Nakon procjene bujnosti mjerili su masu orezanih rozgva tijekom zime 2006. godine i opsega debla na visini od 30 cm. Ta mjerenja koristili su uz vizualnu procjenu prije berbe za razgraničenje triju zona vinograda različite razine bujnosti, opisane kao niske (L), srednje (M) i visoke (H).

Vinograd se navodnjavao prema savjetima komercijalne savjetodavne službe, na temelju evapotranspiracije i mjerenja oborina te očitavanja neutronske sonde do 40 cm. Prema King i sur. (2014.) potrošnja vode slijedila je slične obrasce za svaku klasu bujnosti tijekom cijelog razdoblja istraživanja, pri čemu je upotreba vode kod vinovih loza visoke bujnosti bila dvostruko veća od one za vinove loze niske bujnosti. Površinu vinove loze AT (m<sup>2</sup>) izračunali su iz jednadžbe  $AT = LLN [W \times (h / k)]$  gdje W i h predstavljaju širinu i visinu nadzemnog dijela trsa (m), a parametar k (0,06) je koeficijent odumiranja nadzemnog dijela trsa, koji predstavlja omjer horizontalno projicirane površine sjena prema ukupnoj površini lišća (jednostrano) od nadzemnog dijela trsa (Green, 2008.). Gustoću nadzemnog dijela trsa procijenili su prema broju slojeva lišća (LLN) i unijeli u kartu sredinom ožujka 2007. Pomoću Crop Circle ACS-210 senzora (Holland Scientific, Lincoln, NE, SAD) ustanovili su vrijednost normaliziranog vegetacijskog indeksa razlike (NDVI). NDVI vrijednosti prikazali su prema parametrima rasta vinove loze, prinosa i sastava grožđa. Sve vinove loze orezivao je upravitelj vinograda na sličan broj mladica s dva nodija slijedeći komercijalnu praksu. Dakle, nivo orezivanja bio je sličan bez obzira na bujnost.

Vinove loze visoke bujnosti pokazale su veće prinose, ali zrelost grožđa, antocijanini i fenoli vina te neki senzorni atributi bili su značajno smanjeni. Prekomjernu lisnu masu povezali su sa velikom bujnošću, a one su bile odgovorne za ove učinke. Također su ustanovili da je nedostatak hranjivih tvari u vinovoj lozi, a ne razlike u statusu vode vinove loze, utjecao na bujnost vinove loze. Mjere ustanovljene praćenjem vegetativnog rasta tijekom dvije sezone njihovog istraživanja sugerirale su negativne implikacije pretjeranog zasjenjenja kod vinovih loza visoke bujnosti. Stupanj ishranjenosti vinove loze i vegetativni rast loze razlikovali su se po zonama. Autori su također ustanovili da bujnost nije utjecala na fenologiju vinove loze u njihovom istraživanju. Zabilježili su velike i značajne razlike između svojstava nadzemnog dijela trsa za sve tri klase bujnosti. U obje godine, nadzemni dijelovi vinovih loza visoke

bujnosti bili su gušći (većeg LLN-a) nego kod vinovih loza niske i srednje bujnosti, s više zasjenjenog lišća u unutrašnjosti. Dakle, ustanovili su da vrijednosti dobivene za vinove loze visoke bujnosti ukazuju na nepoželjno guste nadzemne dijelove trsa. Bujnost je također jako utjecala na rast vinove loze koja je u istraživanju ovih autora prikazana opsegom debla, razvojem mladica/zaperaka te površinom lišća. Duljina mladica i duljina internodija bili su značajno veći kod vinovih loza visoke bujnosti u odnosu na vinove loze niske bujnosti u obje promatrane sezone. Također, kako navode King i sur. (2014.) mjere opsega debla, gustoće lisne površine, površine lišća i duljine mladica pokazale su velike razlike u osobinama bujnosti vinove loze koje bi mogle biti povezane s teksturom tla i dubinom sloja. Vinove loze niske bujnosti imale su manji opseg debla i druge osobine bujnosti te su rasle na područjima gdje tla sadrže manje ilovastog pijeska i više kamenja u profilu. Suprotno tome, vinove loze visoke bujnosti kod kojih su bile zabilježene više vrijednosti ovih parametara rasle su na tlima s dubljim ilovastim slojevima pijeska. Autori su također ustanovili da je prosječna masa orezanih rozgva za vinove loze visoke bujnosti dvostruko veća od mase orezanih rozgva vinove loze niske bujnosti i znatno prelazi optimalnu vrijednost od 20-40 g što ukazuje na pretjerani vegetativni rast (Smart i Robinson, 1991.). Omjer površine lišća i površine nadzemnog dijela trsa također je bio viši od optimalne razine 1,5 za vinove loze srednje i visoke bujnosti, što ukazuje na prekomjernu gustoću nadzemnog dijela trsa. Prema Smart (1985.) takve količine vegetativnog rasta rezultiraju prekomjernom gustoćom lišća, nepoželjnom razinom hlada i lošim mikroklimatskim uvjetima za razvoj grožđa. Smart i Robinson (1991.) također navode da omjer prinosa i mase orezane rozgve izražen kao indeks pokazuje ravnotežu vinove loze, a vrijednosti od 5 do 10 smatraju se optimalnim. U istraživanjima King i sur. (2014.) dobiven omjer je najviši za vinove loze niske bujnosti u 2007., a sličan za vinove loze srednje bujnosti u 2008. U rezultatima ovih autora najniža vrijednost (0,68) zabilježena je za vinove loze visoke bujnosti u 2008. Dakle, utvrdili su da su gusti, sjenoviti nadzemni dijelovi vinove loze visoke bujnosti predstavljali nepovoljne uvjete za dozrijevanje grožđa u obje sezone. U obje sezone visoka bujnost odgađala je i zrenje bobica, a autori su također zabilježili i znatno sporiju stopu rasta bobica u 2008. godini. King i sur. (2014.) utvrdili su i značajno niže koncentracije ukupnih šećera kod vinovih loza visoke bujnosti, smanjenje i do 0,7 ° Brix-a tijekom obje sezone u odnosu na vinove loze niske i srednje bujnosti. Trought i Bramley (2011.) otkrili su sličan učinak bujnosti na smanjenje šećera u berbi sa Sauvignonom Blancom u Marlboroughu. Suprotno tome, nakon provedene kemijske analize sastava grožđa King i sur. (2014.) navode kako je ukupna kiselost bila viša kod vinovih loza visoke bujnosti (i do 0,5 g/L), dok je kod vinovih loza niske i srednje bujnosti bila slična u obje sezone. U istraživanjima ovih autora nije zabilježen značajan utjecaj bujnosti na pH.

Dušik u velikim količinama kod loze povezan je s pojačanim vegetativnim rastom (bujnosti) te brojem i površinom lišća. Prema Smart (1985.), Archer i Strauss (1989.), Jackson i Lombard (1993.) takvi uvjeti povećavaju vlažnost unutar nadzemnog dijela trsa i smanjuju prodor sunčeve svjetlosti što rezultira povećanim sadržajem pH i kalija (K) i smanjenom bojom vina i

fenolnim spojevima. U istraživanju King i sur. (2014.) utvrđeno je da i ukupni N i nitrat-N nedostaju u peteljkama vinovih loza niske i visoke bujnosti. Razni autori navode se da smanjena koncentracija dušika uzrokuje manju brzinu rasta mladica i smanjuje površinu lišća te stvaranje klorofila. Nedavna otkrića o kojima su izvijestili Bramley i sur. (2011a) također potvrđuju da je koncentracija N u peteljkama vinovih loza koje se nalaze u zoni niske bujnosti značajno niža nego kod vinovih loza visoke bujnosti u vinogradima Cabernet Sauvignona u vrućoj dolini Murray, Australija. Tvrdili su da je na njihovoj lokaciji uloga kemijskih svojstava tla i ishrana nasada podjednako važna kao i fizička svojstva tla koja utječu na opskrbu vodom u utjecaju na bujnost vinove loze i sastav grožđa. Podaci o hranjivim sastojcima iz istraživanja King i sur. (2014.) podupiru tvrdnju da manjak dušika unutar područja vinograda s pjeskovitim tipom tla dovodi do razlike u rastu vinove loze. Podaci ovdje izneseni temelje se na početnoj klasifikaciji bujnosti ovih autora.

King i sur. (2014.) navode kako bi kartiranje vinograda infracrvenim sensorima pokazalo da se diskretna područja gustoće nadzemnog dijela trsa mogu odvojiti i da postoje korelacije između NDVI vrijednosti, te parametara bujnosti poput opsega debla i mase orezivanja. Ovim postupkom može se postići klasifikacija zona prema bujnosti, kao što je pokazao i Bramley (2010). Ovi autori zaključili su da bi odvajanje zona prema bujnosti mogla biti osnova za predviđanje varijacije u sastavu grožđa unutar vinograda, nudeći mogućnosti poput zonskog upravljanja berbom radi poboljšanja rezultata kvalitete vina. U skladu s nedavnim istraživanjima (Bramley 2005, Bramley i sur. 2011a, Lamb i sur. 2004), ovi autori su koristili daljinsko opažanje pomoću drona za procjenu mogućnosti zonskog upravljanja. King i sur. (2014.) zaključuju da se na bujnost vinovih loza niske bujnosti može utjecati poboljšanjem ishrane. S druge strane, komercijalna iskustva pokazuju da gnojidba pokazuje ograničen odgovor na pjeskovitim tlima i da je poželjna primjena podzemnog komposta. Prema rezultatima dobivenim u istraživanjima King i sur. (2014.) može se utvrditi da vinove loze koje prema njihovom načinu klasifikacije spadaju u grupu srednje i visoke bujnosti predstavljaju prebujne loze, što se može popraviti s povećanjem razine orezivanja a samim time opterećenjem nasada. Mogao bi se upotrijebiti sustav vertikalnog položaja mladica (VSP) poput sustava Scott Henry, što bi omogućilo da se broj nodija i površina nadzemnog dijela trsa udvostruči (Smart i Robinson 1991).

## **2.2. Prostorna varijabilnost u prinosu vinove loze**

Prostorna varijabilnost vinograda nije nova pojava, uzgajivači vinove loze su uglavnom svjesni da se vinova loza razlikuje unutar njihovih vinograda. Tako su Bramley i sur. (2004.) proučavali prostornu varijabilnost prinosa vinove loze u vinogradima zasađenim Cabernet Sauvignon, Merlot i Ruby Cabernet u Coonawarra, dolini Clare i Sunraysia u Australiji koristeći novu tehnologiju praćenja prinosa, diferencirano korigiran globalni sustav pozicioniranja (GPS), geografski informacijski sustav i neke jednostavne metode prostorne analize. Za svaku promatranu godinu od 1999 do 2002, grožđe u vinogradu sakupljeno je pomoću samohodnog mehaničkog kombajna Gregoire G120, opremljenog HarvestMaster

monitorom prinosa grožđa i različito ispravljenim GPS-om (dGPS; točan do oko 50 cm u x i y ravnini). Nažalost, kako navode Bramley i sur. (2004.) prinosi u vinogradu 2002. bili su preniski da bi ovaj sustav uspio učinkovito. Prema tome, za berbu 2003. koristili su monitor za prinos 'Farme'. Taj nedavno razvijeni sustav koristi opterećenje postavljeno ispod pojasa za pražnjenje grožđa kako bi se omogućilo trenutno mjerenje težine ubranog grožđa i konfiguriran je da bilježi prinos i položaj u intervalima od 3 sekunde (Bramley i sur., 2004.). Kod oba sustava praćenja prinosa koje su koristili ovi autori, trenutne mjere prinosa pretvaraju se u jedinice t/ha na osnovi razmaka reda i udaljenosti između uzastopnih točaka na kojima su podaci zabilježeni. Na osnovu dobivenih rezultata izradili su karte prema prinosisima. Pored karata prinosa (t/ha) dobivenih svake godine, Bramley i sur. (2004.) interpolirali su i karte normaliziranog prinosa, jer u kontekstu analize višegodišnjih podataka, svrha mapiranja normaliziranog prinosa za pojedine godine je promicanje ispitivanja varijabilnosti koja je neovisna o sezonskim učincima (npr. razlike u godišnjoj količini oborina).

Bramley i sur. (2004.) koristili su dvije metode za ispitivanje postojanosti u obrascu promjene prinosa: metodu ciljanog prinosa i metodu grupiranja prema k-svojstvima (bujnost, prinos, kakvoća grožđa). Obje metode su usredotočene na interpolirane vrijednosti prinosa, a ne na neobrađene podatke. Prva korištena metoda temeljila se na postupku kojeg je opisao Diker i sur. (2003.) za analizu podataka o prinosu kukuruza. Naime, dodijeljena je vrijednost 1 za sve prostorne stanice u mreži („gridu“) s prinosisima većim od prosjeka za tu godinu; svim ostalim prostornim stanicama u mreži dodijeljena je vrijednost 0. Zbroj rezultirajućih karata tijekom 3 godine stvorio je kartu u kojoj je svaka prostorna stanica u mreži imala vrijednost između 0 i 3. Prostorne stanice u mreži sa vrijednošću 0 bile su one u kojima je prinos ispod prosječan u sve tri godine, odnosno prinos je bio dosljedno ispod prosjeka, dok su one s vrijednošću od 3 u prosjeku dale iznad prosječne prinose. Međutim, s obzirom na velike međugodišnje razlike u prinosu grožđa koje su Diker i sur. (2003.) iskusili u većini australskih vinogradarskih područja, kao i u svjetlu snažnog komercijalnog fokusa australske vinarske industrije, Bramley i sur. (2004.) smatrali su da je realnije koristiti ciljne prinose na temelju neke vrijednosti iznad srednje vrijednosti ove analize. Bramley i sur. (2004.) tako su za bilo koju godinu dodijelili vrijednosti 1 prostornim stanicama u mreži u kojima su prinosi bili veći od ciljanog i 0 prostornim stanicama u mreži u kojima nisu bili. To su smatrali poboljšanjem u odnosu na metodu Diker i sur. (2003.), jer je omogućavalo usporedbu više različitih ciljeva i promicanje analize vjerojatnosti postizanja određene razine izvedbe.

Druga metoda koju su koristili Bramley i sur. (2004.) za ispitivanje postojanosti u obrascima promjene prinosa uključivala je uporabu multivarijantne analize grupa prema k-svojstvima. Grupna analiza k-svojstva je nehijerarhijska metoda združivanja podataka u kojoj je varijanca unutar različitih grupa svedena na minimum dok se odstupanje između grupa (tj. udaljenost između središta grupa) maksimizira. Metode koje su ovi autori koristili za procjenu postojanosti u obrascima prostorne varijacije precizne su i jednostavne za korištenje. Prema Bramley i sur. (2004.) metoda ciljanog prinosa može se lako implementirati u GIS, a multivarijantna analiza grupa prema k-svojstvima se uspješno koristi u preciznoj



poljoprivredi (PA) za razgraničenje zona upravljanja koristeći, primjerice, slojeve podataka poput prinosa, nadmorske visine i električne vodljivosti tla (npr. Cuppitt i Whelan 2001).

U bilo kojoj godini, prinosi su bili vrlo promjenjivi i kod nekih trsova bili su i do 10 puta veći od minimalnog (tj. 2 do 20 t / ha). Prema Bramley i sur. (2004.) analiza utemeljena na metodi ciljanog prinosa snažno je podržala mišljenje da se promatrani vinograd može podijeliti na područja koja obično prinose iznad, ispod i u blizini prosječnih prinosa dobivenih za cijeli blok u bilo kojoj godini. Korištenjem testa značajnosti i srednjeg prinosa grožđa (Cuppitt i Whelan 2001), ovi autori također su pokazali da su srednji prinosi za sve tri grupe statistički značajno različiti ( $P < 0,05$ ) u svakoj godini istraživanja, i da slijedimo dosljedno rangiranje s grupom 1 koja je uvijek najproduktivnija, grupa 2 najniža i grupa 3 između ovih dviju. Rezultati grupne analize prinosa prema k-svojstvima (Bramley i sur., 2004.), mjerena praćenjem prinosa (berba 2000) te ukupna električna vodljivost tla, mjerena ispitivanjem tla pomoću senzora za elektromagnetsku indukciju (EM38) tla (npr. Lamb i Bramley 2002) ukazivali su na snažne sličnosti između varijacija u prinosu i varijacije u svojstvima tla (Bramley, 2001.). Unatoč međugodišnjoj promjeni prosječnog prinosa, ovi autori sugeriraju da su obrasci varijacija prinosa unutar vinograda prilično stabilni iz godine u godinu, kao i veličina varijacija uočenih u bilo kojoj godini. To je vjerovatno očekivani rezultat s obzirom na višegodišnju prirodu vinove loze. Ova vrsta informacija mogla bi stoga biti korisna u procjeni mjere u kojoj bi trebao biti uloženi dodatni napor u provođenje diferenciranog upravljanja, s obzirom na očekivanja financijskog povrata koji bi takvi dodatni napori mogli ostvariti.

### **2.3. Prostorna varijabilnost u sastavu i kakvoći grožđa**

Varijabilnost vinograda otežava zadovoljavanje potreba vinara za ujednačenim zonama vinograda koje su pogodne za proizvodnju određenih ciljanih ili željenih proizvoda. Doista, mnoga istraživanja ukazuju da možda neće biti moguće udovoljiti tim zahtjevima bez mogućnosti adekvatne karakterizacije razlika između vina koja proizlaze iz različitih područja istog vinograda, razumijevajući kako na konačna vina utječu odluke upravljanja implementirane u vinogradu ili razumijevanje učinaka varijacija biofizičkih karakteristika vinograda (npr. tla, topografije) na sastav grožđa i vina. Tako se varijabilnost unutar bilo koje varijable sastava grožđa za vinograd može predstaviti na tri razine: (a) između vinovih loze unutar vinograda, (b) između grozdova unutar vinove loze i između bobica unutar grozda (Krstić i sur. 2001; Coombe i Iland 2004). Prema Gray (2006.) položaj grozda na mladici (bazalni prema proksimalnom), zajedno s izloženošću grozda (Spayd i sur., 2002; Tarara i sur., 2008) i postupcima upravljanja zelenom masom vinove loze (Reynolds, 2010.), mogu dodatno utjecati na razliku u razini varijabilnosti unutar loze.

Baš kao što je prinos vinove loze u vinogradu prostorno promjenjiv, tako je i kvaliteta grožđa u berbi, iako s manjim rasponom (min - max) vrijednosti u bilo kojoj godini. Tako su Bramley i sur. (2005.) proučavali prostornu varijabilnost u različitim indeksima kvalitete grožđa tijekom nekoliko berbi u dijelovima vinograda zasađenim Cabernet Sauvignonom i Ruby Cabernetom

u mjestu Coonawarra (1999–2002) i Sunraysia (2000–2002) u Australiji. Njihov prvi cilj bio je razmotriti varijacije u kvaliteti grožđa u vinogradu s ciljem pružanja snažnije osnove za zoniranje vinograda od one koja se daje razmatranjem samo varijacije u prinosu. Drugi cilj bio im je procijeniti u kojoj mjeri vinogradari mogu vinariji isporučiti ujednačenije serije grožđa nego što je to trenutno moguće u nedostatku detaljnih saznanja o varijabilnosti vinograda. Također, njihov je rad nastojao identificirati i ispitati vezu između kemijskih i senzornih svojstava vina dobivenih iz različitih dijelova istog bloka u vinogradu i biofizičkih karakteristika ovih različitih vinogradskih područja.

Na oba su mjesta (Coonawarra i Sunraysia) zabilježene značajne međugodišnje razlike u svim pokazateljima kvalitete grožđa. Dakle, svi atributi varijacije u bilo kojoj godini pokazali su izraženu prostornu strukturu, s tim da su obrasci varijacija široko dosljedni za svaki atribut u svakoj godini istraživanja, a mnogi atributi slijede slične obrasce (Bramley i sur., 2005.). Međutim, kada je veličina ovih prostornih varijacija procijenjena pomoću indeksa Cambardella i sur. (1994.) većina atributa grožđa pokazala je "umjereni" stupanj prostorne ovisnosti. Cambardella indeks omogućava provjeru razine prostorne ovisnosti koja je eventualno prisutna u svojstvima (atributima) grožđa. Vrijednosti Cambardella indeksa < 25 pokazuju snažnu prostornu ovisnost, od 25 do 75 označava umjerenu prostornu ovisnost, a vrijednosti >75 označavaju slabu prostornu ovisnost (Bramley i sur., 2011.). To potvrđuju rezultati u istraživanjima Baluja i sur. (2013.) gdje su prema kriterijima za Cambardella indeks atributi šećera i ukupne kiselosti pokazali snažnu prostornu ovisnost dok su antocijanini i ukupni fenoli bili umjereni. Sveukupno gledajući, rezultati mnogih istraživanja snažno sugeriraju da zonsko upravljanje može ponuditi mogućnosti koje nisu dostupne ako se vinogradima upravlja ravnomjerno.

Na pitanje što najviše žele od svojih vinogradara, vinari gotovo uvijek identificiraju jednolične serije dobrog grožđa kao njihov glavni prioritet. Nadalje, vrlo često navode da ovo grožđe treba potjecati od vinove loze koja daje prinose ispod određene granične razine. Međutim, u jednom od svojih istraživanja Bramley i Hamilton (2004a) pokazali su da je raspon varijacija u prinosu vinograda tipično 8 do 10 puta veći od minimuma (tj. 2–20 t / ha), te da mali prinosi nužno ne podrazumijevaju visoku kvalitetu grožđa. Ovo je važno, jer ako se obrasci varijacije u prinosu podudaraju s uzorcima varijacije u kvaliteti, tada je ciljano upravljanje vinogradima puno jednostavniji problem nego ako ih nema. S druge strane, u situacijama kad se ti obrasci ne poklapaju, može biti nepoželjno usredotočiti se na prinos na štetu kvalitete, a možda i obrnuto. Također je zanimljivo znati u kojoj su mjeri različiti indeksi kvalitete grožđa prostorno povezani s obzirom na to da vinari koriste razne indekse za ocjenu kvalitete, a ne jedan indeks ili atribut. Zato Bramley i sur. (2005.) sugeriraju da bi razvoj senzorne tehnologije za snimanje kvalitete grožđa u pokretu vinarskoj industriji omogućio bolju priliku da dobije korist od različitog upravljanja vinogradima, poput selektivne berbe. Isto tako, Bramley i Hamilton (2004a) istaknuli su da poznavanje prostorne komponente varijacije potiče sposobnost ciljanog ili zonskog upravljanja, a s obzirom na kvalitetu grožđa i vina može pružiti osnovu za smanjenje varijabilnosti grožđa pojedine parcele koje je isporučeno u

vinariju. Zaista, rezultati iz naknadnih istraživanja Bramley i sur. (2005.) potvrđuju da u nedostatku zonskog upravljanja, po mogućnosti podržanog ispitivanjem kvalitete grožđa kao i u prethodnim istraživanjima, zahtjevi vinara za isporukom grožđa s jednoličnih parcela vjerojatno neće biti zadovoljeni. Njihovo istraživanje također sugerira da je moguće uspostaviti čvrste veze između specifičnih (upravljivih) biofizičkih svojstava mjesta na kojemu se grožđe uzgaja te senzornih i kemijskih karakteristika vina dobivenih iz njih. Također, podupire stajalište da je terroir prostorno promjenjiv na skali unutar vinograda.

Bramley i sur. (2011.) proveli su faktorsku analizu na varijablama sastava grožđa u 2009., 2010. i 2011. godini, koristeći Statistica 8.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, SAD). Faktorska analiza postupak je koji se koristi da se otkriju jednostavne osnovne latentne varijable ili uobičajeni faktori za koje se pretpostavlja da postoje unutar skupa multivarijantnih opažanja. Faktorske analize rađene su metodom rotacije Varimax. Iste statističke, geostatističke i interpolacijske metode ovi autori primijenili su na dvije glavne komponente (faktor 1 i 2). U tri sezone, prvi se faktor odnosio na varijable šećera i kiselost dok se drugi faktor odnosio na fenolne parametre. Karte dobivene za faktor 1 tijekom tri godine pokazale su slične prostorne obrasce, s lokalnim maksimumima (definiranim grožđem s višim šećerima i nižom kiselošću) postavljenim u jugoistočnom dijelu parcele i lokalnim minimumima (manje zrelo grožđe) na sjeverozapadnom dijelu. Naime, kako navode Bramley i sur. (2011.) izračun interpoliranih karata za faktor 1 može biti od velike pomoći vinarima i vinogradarima, jer ovaj faktor objedinjuje sadržaj šećera i kiselosti grožđa u jednom indeksu. Za razliku od faktora 1, prostorni obrasci za faktor 2 bili su manje stabilni tijekom tri sezone, iako su trendovi prema povećanim vrijednostima zabilježeni za sjeveroistočni i jugozapadni dio vinogradarske parcele. Karta faktora 2 također mogla bi biti korisna vinogradarima i vinarima ako se zoniranje berbe temelji na boji i fenolima, a ne na kriterijima tehnološke zrelosti. Naime, mnoge vinarije obično uzimaju u obzir jedan ili nekoliko parametara (tj. šećera, pH itd.) za procjenu kvalitete grožđa, ali ovaj pojednostavljeni pristup ne uključuje uspostavljanje bliskog odnosa s konačnom kvalitetom vina. Dakle, u istraživanjima Bramley i sur. (2011.) kombinacijom razvrstanih mapa za faktore 1 i 2 napravljena je nova klasifikacija zona koja prikazuje segmentaciju vinograda na dvije različite zone tijekom 3 godine istraživanja. Zona 1 odgovarala je području unutar vinograda vrlo kvalitetnog grožđa (visoke vrijednosti faktora 1 i 2) koje se može upotrijebiti za pravljenje vrhunskih vina s visokim sadržajem antocijanina, fenola i šećera. Druga zona obuhvaćala je grožđe srednje kvalitete, koja bi se mogla posvetiti mladim vinima. Stvaranje ovih vrsta informacija može biti važno za poboljšanje kvalitete vina, ali i za optimizaciju proizvodnje vina, s obzirom na to da vinogradari i vinari mogu unaprijed ocijeniti doprinos svake vrste grožđa prema kvaliteti vina (Bramley i sur., 2011.). Također, razvrstavanje vinograda korištenjem različitih atributa sastava grožđa čini se kao dobra strategija za poboljšanje kvalitete vina omogućena razumijevanjem varijabilnosti vinograda kako bi se optimizirale prakse upravljanja.

Dakle, u istraživanjima ovih autora utvrđeno je da je sastav grožđa prostorno strukturiran unutar vinograda, iako se u trogodišnjem istraživanju stupanj prostorne ovisnosti i

međusezonske stabilnosti prostornog uzorka razlikovao između parametara tehnološke i fenolne zrelosti. Dva neovisna faktora, koja su integrirala šećere, ukupnu kiselost i fenolne parametre sastava grožđa, razvijena su od strane ovih autora kao zanimljiv i koristan alat vinogradarima za upravljanje lokalnim zonama i berbom. Kako je već i spomenuto u prethodnim stavkama, kombinacija ovih faktora omogućila bi vinarskoj industriji za svaku sezonu da identificira specifična područja u vinogradu da im se dodijele različiti stilovi i kvalitete vinarstva.

## **2.4. Precizno vinogradarstvo (PV)**

Vinogradi su promjenjivi. Vinogradari to znaju već odavno uzgajajući grožđe, ali u nedostatku alata ili metoda za precizno promatranje i mjerenje varijacija, varijabilnost je prihvaćena kao životna činjenica i većina vinograda se upravlja pod pretpostavkom da su homogeni. Razvoj novih tehnologija i rastuća potreba za velikom konkurentnošću vinarske industrije posljednjih su godina izazvali veliko zanimanje za precizno vinogradarstvo (Bramley, 2010). Precizno vinogradarstvo (PV, Cook i Bramley 1998, Pierce i Nowak 1999) uključuje prikupljanje i upotrebu velike količine podataka koji se odnose na rezultate mjerenja u nasadu i attribute pojedinih proizvodnih područja. Njegova je svrha omogućiti usmjeravanje gospodarenja vinogradima na način koji prepoznaje da je produktivnost poljoprivrednog zemljišta, unatoč tome što je homogena, inherentno varijabilna. Prema Baluja i sur. (2013.) jednako bitna svrha preciznog vinogradarstva je i poboljšati znanje o prostornoj varijabilnosti vinograda pomoću proučavanja interakcije vinove loze i okoliša, kako bi se poboljšao sastav grožđa.

Precizno vinogradarstvo posebno se razvilo u zemljama „novog vinskog svijeta“, poput Australije, Čilea i SAD-a (Bramley 2005; Ortega i sur. 2003), ali i u Europi (Arno i sur. 2011; Baluja i sur. 2012a; Tisseyre i sur. 2008). Precizno vinogradarstvo omogućava otkrivanje i upravljanje prostornom varijabilnošću vinograda, pa stoga može pomoći u učinkovitijem smanjenju troškova upravljanja kao i u optimizaciji prinosa, grožđa i kvalitete vina (Baluja i sur., 2013.). Nadalje, upravljanje zonama specifičnim za određeno područje u vinogradu moglo bi biti dobra strategija za homogeniziranje bujnosti vinove loze, stanja vode u tlu, kao i attribute sastava grožđa, optimiziranim kulturnim praksama (tj. gnojidbom, navodnjavanjem itd.). Također, za usvajanje selektivnog upravljanja zonama berbe od strane vinske industrije potrebno je detaljno znanje o varijabilnosti sastava vinove loze u različitim uvjetima (klima, tla, sustav armature, kultivari itd.), kao i interakcije između nekih od tih varijabli, kao što su klima i kultivar, te sustav armature i kultivar, koje bi se mogle pokazati kao vrlo važne u konačnom sastavu i kvaliteti grožđa i vina (Jackson i Lombard 1993).

Za novi pristup poljoprivredi potrebne su brojne tehnologije koje omogućuju njenu primjenu, uključujući globalni sustav za pozicioniranje (GPS), geografske informacijske sustave (GIS) i monitore prinosa koji, kada se koriste u kombinaciji s GPS-om, omogućuju da geo-referencirani zapisi prinosa mogu biti prikupljeni "u pokretu" tijekom berbe. Dakle,

vinogradari su u stanju bolje promatrati i razvijati razumijevanje varijabilnosti u svojim proizvodnim sustavima i koristiti to za bolje usklađivanje ulaganja s željenom proizvodnjom ili očekivanim proizvodima. Ovu tvrdnju potvrđuju i istraživanja Baluja i sur. (2013.) koji navode da bi izvodljiva strategija za smanjenje minimaliziranog efekta mogla biti uporaba neinvazivnih senzora montiranih na vozilima koji mogu prikupljati informacije u pokretu s velikom prostornom razlučivošću.

Od berbe 1999. godine, kada je prvi komercijalno dostupan monitor grožđa došao na tržište, vinogradari i vinari mogli su se baviti preciznim vinogradarstvom (PV, Bramley i Proffitt 1999, Bramley 2001, Bramley i dr. 2003). Dakle, od tada postoji potencijal da proizvođači grožđa i vina mogu pribaviti detaljne geo-referentne podatke o učinku vinograda i te podatke upotrijebiti za prilagodbu proizvodnje grožđa i dobivenih vina prema očekivanjima od vinogradarskih učinaka i željenih ciljeva u smislu prinosa i kvalitete (Bramley i Proffitt, 1999.). Sukladno tome, Baluja i sur. (2013.) navode kako je potrebna opsežnija geostatistička analiza varijabli sastava grožđa da bismo bolje razumjeli međusezonsku stabilnost prostornog uzorka sastava grožđa unutar vinograda. Prema Bramley i sur. (2004.) nedostatak sredstva za mjerenje i praćenje varijabilnosti vinograda prije 1999. godine vjerojatno pretpostavlja i neistinitost objavljenih istraživanja na tu temu. 1999. godine nije postojao komercijalno dostupan senzor za kretanje za bilo koji indeks kvalitete grožđa koji bi se mogao koristiti zajedno s monitorom prinosa, iako su u razvoju bili senzori za šećere, ukupnu kiselost i pH mošta (Tisseyre i sur., 2001). Tako da je razumijevanje razlike u kvaliteti nasada tada ovisilo o ručno prikupljenim uzorcima, iako su Bramley i sur. (2003) i Lamb i sur. (2003) pokazali da u tom zadatku mogu pomoći metode daljinskog senziranja (npr. Hall i sur. 2002, Lamb i Bramley 2002).

Provedba PV pristupa u upravljanju vinogradima kontinuirani je ciklički proces (Bramley 2001, Bramley i sur. 2003) koji započinje promatranjem uspješnosti vinograda i pripadajućih vinogradskih atributa, nakon čega slijedi interpretacija i procjena prikupljenih podataka, što vodi ka provedbi bilo kojeg ciljanog upravljanja unosom i / ili selektivnom berbom. Ovdje „ciljano upravljanje“ može značiti vrijeme i stopu primjene vode, gnojiva, prskanja ili upotrebu strojeva i ručnog rada za radnje poput berbe, rezidbe ili gotovo bilo koji aspekt upravljanja vinogradima. Prije nego što su se upustili u PV i uložili u kapital ili ugovorene usluge koje ovaj novi pristup vinogradarskoj proizvodnji podrazumijeva, vinogradari i vinari željeli su odgovore na brojna ključna pitanja. Prvo, trebaju znati jesu li obrasci varijacije unutar parcela u vinogradu konstantni iz godine u godinu. Ako nisu, onda pretpostavka da ideja PV povećava sigurnost da će današnja odluka upravljanja postići željeni ili očekivani ishod (Cook i Bramley 1998, Bramley i Proffitt 1999) možda nije točna. Drugo, oni moraju znati podudaraju li se obrasci varijacije u prinosu s uzorcima varijacije u kvaliteti. Ako postoje, tada bi ciljano gospodarenje vinogradima postalo puno jednostavniji problem nego ako nema podudaranja, primjerice, nepoželjno je usredotočiti se na prinos na štetu kvalitete, a možda i obrnuto. Treće, žele znati koji su ključni pokretači varijacije vinograda i mogu li se njima upravljati. Jasno, ako su oni ili nepoznati ili se ne mogu upravljati, onda su mogućnosti

ciljanog upravljanja vjerojatno ograničene. Konačno, žele znati da li ciljano upravljanje donosi ekonomsku korist u odnosu na konvencionalno ujednačeno gospodarjenje, praksa koja učinkovito pretpostavlja da su vinogradi homogeni u odnosu na potencijalnu produktivnost.

Bramley i Proffitt (1999.) iznijeli su neke jednostavne pretpostavke o promjeni kvalitete proizvodnih nasada i koristili kartu prinosa i analizu bruto marži kako bi sugerirali da je usvajanje PV-a potencijalno vrlo isplativo. U novije vrijeme, istraživanja Bramley i sur. (2003.) pružala su pravu komercijalnu demonstraciju da je to zaista slučaj kada su selektivnim ubiranjem 3,3 ha Cabernet sauvignona u vinogradu smještenom u regiji Margaret River povećali maloprodajnu vrijednost proizvodnje za preko 30 000 USD / ha. Jasno je, stoga, da bismo maksimalizirali zonsko upravljanje, trebamo poboljšati naše razumijevanje fiziologije proizvodnje grožđa i vina i vinogradarskih faktora koji ga kontroliraju.

### 3. MATERIJALI I METODE

Ciljani trsovi prije poljskih mjerenja su se fizički označili na temelju opažanja i prostorne pokrivenosti u vinogradu te su se georeferencirali GPS koordinatama korištenjem Huawei P30 Pro mobilnog uređaja.

#### 3.1. Sorta Pinot crni

Pinot crni je poznata sorta grožđa za proizvodnju crnih vina. U svijetu je poznat pod mnogim sinonimima od kojih su najbitniji: Pinot ili Pineau noir, Franc Noirien i mnogi drugi u Francuskoj, Pinot nero u Italiji, Burgunder ili Spätburgunder blauer u Njemačkoj, Black Burgundy u SAD-u, i dr.

##### 3.1.1. Podrijetlo i rasprostranjenost

Podrijetlo Pinota je predmet mnogih nagađanja, kao u slučaju mnogih drugih vrlo starih i visoko cijenjenih sorti grožđa. Prema ruskom ampelografu Negrulu (1938.) Pinot crni potječe iz doline rijeke Nil u Egiptu, a zatim je proširen u Grčku i kasnije je preko Grka prenesen Rimljanima koji su ga donijeli u Francusku početkom 4. stoljeća. Trenutno se odvija mnogo špekulacija o podrijetlu sorte Pinot crni, ali nijedna teorija nije utvrđena sa potpunom sigurnošću. Ipak, najviše informacija u povijesnim zapisima ukazuju na to da Pinot crni potječe iz Burgundije, pokrajine koja se nalazi u Francuskoj. Pinot crni rasprostranjen je najviše u Francuskoj, te manje ili više u svim vinorodnim zemljama svijeta umjerene klime. Većina nasada Pinota crnog podiže se u područjima s hladnijom klimom, ali uspjeva i u južnijim dijelovima pojasa s toplijom klimom. Ostale regije koje su stekle reputaciju za Pinot crni obično su kontinentalne (dijelovi Njemačke, Švicarska i Kanada), niske geografske širine (Novi Zeland, Tasmanija i Pantagonia), visoke geografske širine (Alto Adiage i neka nova područja za uzgoj vinove loze), ili hladene pomorskim utjecajem (Oregon, Sonoma, Carneros, Monterey, središnja obala Kalifornije, novonastala čileanska obalna područja i dijelovi Viktorije i Tasmanije u Australiji). Najveće područje na kojem raste Pinot crni je u Francuskoj, točnije u regiji Côte d' Or iz koje nam dolaze neki od najskupljih primjeraka crnih vina na svijetu.

##### 3.1.2. Morfološka i biološka svojstva

Vršci mladica Pinota crnog malo su pahuljasti, bjelkaste boje, uspravni i kratki. Cvijet je hermafroditan, odnosno dvospolan. Odrasli list je okruglastog oblika, srednje veličine, debeo, te trodjelane do peterodjelane strukture. Sinus peteljke je oblika „U“ ili lire, nekada preklapljen. Postrani sinusi vrlo su nejednako urezani, a naličje je golo ili s rijetkim paučinastim dlačicama u čupercima. Površina lista je neravna, hrapava ili mjehurasta a zupci su nejednaki te mali i tupi. Boja lica lista je tamnozeleno, u jesen pocrveni najprije na rubovima, i to tim jače što je trs slabiji. List u jesen rano opada. Peteljka lista je srednje duga,

debela, zelena s crvenkastim prugama. Zreo grozd je malen, gust, valjkast ili malo stožast, jednostavan, rijeđe s ograncima. Peteljka grozda je kratka i debela. Zrele bobice su malene, tamne, ljubičastomodre, jako oprasene, okruglaste ili duguljaste. Kožica je srednje debela, a meso je sočno. Sok je vrlo sladak, neobojen, finoga sortnog okusa. Rozgva je srednje duga, fino prugasta a koljenca na njoj su malo istaknuta. Članci su srednje dugi, a kora je tamna cvenkastosmeđa, dosta jednolično obojena, sivoljubičasto oprasena, s čađavim mrljama.

Kod sorte Pinot crni pupanje se odvija rano, pa je stoga ova sorta osjetljivija na proljetne mrazove i niske temperature koje mogu trajno oštetiti biljku i uzrokovati nemogućnost stvaranja plodova iz cvjetova vinove loze. Grožđe je nježno i osjetljivo na pljesni i druge gljivične bolesti, npr. trulež uzrokovan botrytisom i virusnim bolestima kao što su virus lepezastog lista vinove loze (GFLV) i virus uvijanja lista vinove loze (GLRaV). Trsovi Pinota crnog osjetljivi su na filokseru. Otpornost prema zimskim smrzavicama je srednja ili dobra. Traži područja gdje su jeseni i proljeća duga, iako grožđe izloženo visokoj vlažnosti zraka u kišnoj jeseni ima tendenciju da rano trune. Srodnost s američkim podlogama je uglavnom dobra, te se njihovom upotrebom može smanjiti rizik ili potpuno negirati opasnost od bolesti korijena i napada štetnika poput filoksera i nematoda. U cvatnji je dosta otporan, ali se na nižim položajima, u jačim tlima, rado osipa. Dozrijeva u prvom razdoblju (Maletić i sur., 2008.)



Slika 1. Sorta Pinot crni (izvor: [http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=pinot\\_crni](http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=pinot_crni))

### 3.1.3. Gospodarska svojstva

Sorta Pinot crni najbolje uspijeva na toplim brežuljkastim položajima, u jačim tlima s nešto vlage. Rano sazrijeva i voli područja s umjerenom klimom, te dobro uspjeva na tlima bogatim vapnencom i glinom. U vrućim klimatskim uvjetima grozd prebrzo sazrijeva, pa se stvara relativno tanka kožica na bobicama grozda koja brže podliježe opeklinama od sunca i osuši



se. Crni Pinot nastoji proizvesti puno malih grozdova, pa se u proizvodnji često upotrebljavaju klonovi s većim grozdovima kojima se postižu visoki prinosi. Sorta Pinot crni prikladna je za različite sustave uzgoja; guyot pri užim razmacima sadnje, dvokraki uzgoj za veće razmake sadnje, te povišeni uzgoj kod kojeg se preporuča dulji rez rodnog drva koji ovisi o plodnosti tla i zdravstvenom stanju trsa. Uglavnom preferira dugu rezidbu kod koje se na trsu ostavljaju samo lukovi. Rodnost Pinota crnog je mala, ali redovita. Dakle, poznato je da rodi malo (oko 3 do 4 t/ha), ali da se kakvoćom mošta i vina taj nedostatak obilno vraća. Upotrebom klonova crnog pinota čija kakvoća grožđa i vina ne zaostaje, postižu se dva i više puta veći prinosi od rečenog (od 10 do 12 t/ha). Pinot crni daje najplemenitije crno vino, lijepe tamnocrvene rubin boje, visokog sadržaja alkohola s malo kiselina i s osobitim tipičnim sortnim mirisom i okusom. Nije lako napraviti vino od Pinota crnog, grožđe mora biti potpuno dozrelo i malo smežurano, zato kakvoća i boja vina nisu svake godine jednake. Za razliku od Cabernetove popularnosti koju je stekao zbog veće koncentracije tanina, većina crnih Pinota je relativno mekana, voćna i jednostavna okusa koji se lako zavoli.

### **3.2. Sorta Kraljevina**

Kraljevina je stara hrvatska autohtona sorta koja se tijekom povijesti najviše navodi kao sorta Prigorja, šireg zagrebačkog područja te Hrvatskog zagorja. U 19. stoljeću postoji mnogo literaturnih izvora koji navode kako je Kraljevina oko Zagreba i u samom Zagrebu bila jedna od najpoznatijih sorti tog razdoblja u Hrvatskoj (Matković, 1865; Trummer, 1848, 1854).

#### **3.2.1. Podrijetlo i rasprostranjenosti**

Prema Maletić i sur. (2015.) točno podrijetlo, odnosno mjesto nastanka sorte nije utvrđeno, ali s obzirom na to da niti u dostupnim literaturnim izvorima iz povijesti niti danas sorta nije u uzgoju osim na području Hrvatske i manjim djelovima Slovenije, može se smatrati autohtonom sortom sjeverozapadne Hrvatske. Ovakav stav zauzimaju svi značajni ampelografi iz 19. i 20. stoljeća. Dugo vremena mislilo se da je Kraljevina sorta portugalskog podrijetla, zvana sinonimom Portugieser rot u Austriji, međutim u najnovijim istraživanjima nije se utvrdila genetička povezanost između Kraljevine i portugalskih sorata pa je hipoteza odbačena. Kraljevina je veoma rasprostranjena sorta u Hrvatskoj, te prema kategorijama ugroženosti spada u najmanje zabrinjavajuće sorte. Kraljevina se prema službenim podacima u Hrvatskoj danas uzgaja na 272,17 ha, i to uglavnom na području Prigorja i Plešivice (APRRR, 2013.). U 2002. godini dobila je status „županijske robne marke“, što je dodatno pridonijelo njezinoj popularnosti i tržišnom opstanku. Sorta je regionalizacijom preporučena za sva vinogorja podregija Prigorje-Bilogora, Zagorje-Međimurje i Moslavina.

#### **3.2.2. Morfološka i biološka svojstva**

Vrh mladice je otvoren i slabo dlakav, s rubnim antocijanskim obojenjem na dlačicama, dok je kod ostatka vrha prisutno intenzivno antocijansko obojenje. Boja lica mladog lista koji se

razvija iz pupova na mladici je brončanozelena. Odrasli list je okrugao, a listovi su najčešće trodijelni i vrlo često asimetrični. Sinus peteljke je otvoren, s često prisutnim zupcem s jedne strane ili obiju strana. Gornji sinusi najčešće su zatvoreni ili pak preklopljeni. List je na licu gladak i sjajan, a glavne žile su zelene boje s tek ponekad antocijanskim obojenjem u peteljkinjoj točki. Peteljka lista može biti u potpunosti zelena, ali u određenim uvjetima kao što je naprimjer kod starijih trsova koji rastu na siromašnim tlima može biti u potpunosti crvena. Razlika se može javiti i unutar sorte kod različitih klonova. Na naličju između glavnih žila list je gotovo potpuno gol. Cvijet je morfološki i funkcionalno hermafroditan. Zreli grozd je srednje dug do dug, lijevkastog ili konusnog oblika te srednje zbijen do zbijen. Zrele bobice su okrugle, zelenožute boje, koja na sunčanoj strani najčešće dobije ružičaste ili crvenkaste nijanse. Međutim veličina grozda i izgled bobica variraju zbog visoke unutarsortne varijabilnosti, pa bobice mogu biti i potpuno crvene te posute točkama i pjegama različite veličine i intenziteta. Meso u bobici je srednje čvrsto i neutralnog mirisa.

Kraljevina s vegetacijom počinje srednje kasno, te također i dozrijeva srednje kasno, odnosno u III. razdoblju. Uglavnom je bujna ali može se svrstati i u vrlo bujne sorte. Kraljevina nije posebno osjetljiva na standardne gljivične bolesti, osim u vlažnim godinama na sivu plijesan. Zbog kasnijeg početka vegetacije izbjegava kasne proljetne mrazove. Prema Maletić i sur. (2015.) nije otporna na niske zimske temperature, pupovi joj se u pravilu izmrznu na temperaturi nižoj od -15 C. Osjetljivost na niske temperature ovisi o kondiciji i ishranjenosti loze, dužina trajanja i datumu pojave u razdoblju mirovanja, pa se eventualne štete mogu pojaviti i na drugim, višim ili nižim temperaturama. Kraljevina se odlikuje visokom rodnošću pupova te visokim prinosima po trsu i jedinici površine. Neki autori (Turković, 1952, Mirošević, 2003) navode problem neredovite rodnosti, međutim kod nasada podignutih selekcioniranim i bezvirusnim sadnim materijalom rodnost je redovita. U punoj zrelosti koncentracija šećera je niska do srednja, uz relativno visoku ukupnu kiselost, što daje prepoznatljivu svježinu vinima ove sorte (Maletić i sur., 2015).



Slika 2. Sorta Kraljevina (izvor: <http://www.centerizobrazbe.com/Kraljevina.php>)

### 3.2.3. Gospodarska svojstva

Kraljevina je sorta visoke i redovite rodnosti pa je na području Prigorja i Plešivice najpoznatija kao sorta malih proizvođača zbog toga što na maloj površini može dati puno grožđa. Prema Maletić i sur. (2015.) većina proizvođača u Zelinskom vinogorju ovu sortu ima u proizvodnji, a njezina su vina u pravilu temelj ponude. Razlog tome su visoki prinosi, što znači i nisku cijenu grožđa i vina, te karakteristike vina u skladu s ukusima lokalnih potrošača i načinom potrošnje. Ova sorta pokazuje značajne razlike ovisno o položaju na kojem je zasađena te tehnologiji uzgoja, ali se često ističu „tipovi“ Kraljevine, odnosno klonske razlike unutar sorte koje se nerijetko označavaju različitim imenima. Tako se uvriježilo mišljenje da postoje tri različita tipa: „crvena“, „zelena“ i „mirisava“ ili „pikasta“. Prema Maletić i sur. (2015.) te se razlike odnose na boju i izgled kože, a o tome u pravilu ovisi i kvaliteta vina. Tako je najkvalitetnija „mirisava“ koja je ujedno i najmanje rodna dok s druge strane najrodnija „zelena“ daje najslabija vina. U projektu klonske selekcije Kraljevine prije desetak godina, dokazana je visoka unutar-sortna raznolikost te je utvrđeno da su ove karakteristike u izravnoj vezi s tehnologijom uzgoja. Kraljevina u vinogradu nije pretjerano zahtjevna, u sjeverozapadnoj Hrvatskoj primjenjuje se uobičajena tehnologija uzgoja. Reže se mješovito, na dugo i kratko drvo, ali treba paziti na ostavljeno opterećenje zbog njene sklonosti visokim prinosima. Grožđe je potrebno odmah preraditi, a fermentaciju kontrolirati hlađenjem da se sačuvaju nježne sortne karakteristike (Maletić i sur, 2015.). Vina su joj najčešće žutozelenkaste boje, blagog i ugodnog mirisa, laganog i svježeg te kiselkastog okusa. Može se kupažirati s drugim bijelim vinima sličnih karakteristika. Upravo su ta svojstva glavni adut ove sorte, karakteristike koje se posljednjih godina sve više traže na tržištu.

### 3.3. Podregija Plešivica

Tradicija uzgoja vinove loze i proizvodnje vina u podregiji Plešivica, vrlo je stara, mada arheološki nalazi i povijesni izvori ne sadrže o tome izravnu potvrdu, upitno je pretpostaviti da je kultura sadnje vinove loze tu bila poznata još u antičko doba. U srednjem vijeku, pogotovo kasnom, Plešivica se javlja kao jedna od najjačih vinogradarskih regija u Hrvatskoj. Glavni nosilac vinogradarsko-vinarske proizvodnje je feudalcima podložno seljaštvo, ali se njome bave i crkvene institucije, feudalcima kao i građani slobodnog kraljevskog grada Samobora i trgovišta Jastrebarsko. Što se povijesti tiče, mora se spomenuti još i da su Francuzi, kada su početkom XIX stoljeća okupirali Plešivicu, bili veliki poklonici njezinih vina, ali i da nisu bili naviknuti na njihovu mladost i svježinu. A upravo ta svježina ostala je i do danas bitna osobina plešivičkih vina, onaj magnet kojim su okupili širok krug svojih obožavatelja.

Plešivica je vinogradarska podregija u Republici Hrvatskoj. Dio je vinogradarske regije Kontinentalna Hrvatska. Podregija Plešivica je podijeljena na pet vinogorja: Samobor, Plešivica, Sveta Jana, Krašić te Ozalj – Vivodina. Na istočnim i južnim obroncima Plešivice loza se uzgaja stoljećima na nadmorskim visinama i do 400 m. Opća klimatska obilježja ove

podregije slična su većini ostalih u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Prema Maletić i sur. (2008.) srednja godišnja temperatura iznosi od 10 do 11 °C; sume temperature 1300 – 1400 °C; apsolutni minimumi tijekom hladnih zima iznose do -26 °C, a maksimumi u periodu visokih ljetnih temperatura iznose do 38 °C. Obilje vlage obično je na raspolaganju tijekom cijele godine, a godišnja količina oborina je najčešće u rasponu 1000 – 1100 mm. Kroz podregiju se u smjeru istok-zapad proteže Žumberačko gorje, na čijim su istočnim, južnim i zapadnim obroncima smješteni vinogradarski položaji. Žumberačka gora štiti od prodora hladnog zraka sa sjevera, a obronci čine karakteristične „amfiteatre“ osiguravajući vinogradima povoljnu ekspoziciju. Većina vinograda u ovoj podregiji nalazi se na tlima razvijenim na laporu te na pseudoglejima.

Prema Mirošević i sur. (2008.) najvažnije sorte koje se uzgajaju u ovoj podregiji su: Graševina, Pinot bijeli, Pinot sivi, Silvanac zeleni, Sauvignon, Rizling rajnski, Traminac, Chardonnay, Veltlinac crveni, Plavec žuti, Šipelj, Kraljevina, Frankovka, Portugizac, Pinot crni i Zweigelt.

### 3.3.1. Karakteristike tla

Tlo u pokusnim nasadima, u vinogradima Tomac i Šember predstavlja antropogeni pseudoglej te lapor. Lapor je siva ili žućkasta sitnozrnata sedimentna stijena izgrađena od glina i karbonata pri čemu je udio karbonatne komponente 20–80%. Prema Babić i sur. (1991.), odnos lapora i glinovite komponente je 3:1, odnosno u tlu je 75% lapora naspram 25% glinovitih komponenti. Glinovita komponenta lapora je terigenog podrijetla, a karbonati su uglavnom skeletne čestice marinskog podrijetla ili su kemijski taloženi (Paradžik, 2017.). S obzirom na udjel gline i kalcita (ili dolomita) razlikuju se vapnene (kalcitične) gline, lapori i glinoviti vapnenci. Tvrdoća lapora ovisi o udjelu kalcita, što je udjel kalcita veći to je tvrdoća lapora veća. Lapor ima povoljna fizikalno-kemijska svojstva. Zbog manjeg udjela gline dobro propušta vodu, na tim tlima nema rizika od stagniranja vode, ali hraniva se brzo ispiru iz tla pa se posađenoj vinovoj lozi mora osigurati optimalna ishrana uporabom mineralnih gnojiva. U laporastom tlu je povoljan zračni režim, što omogućava disanje korijena te sprječava moguću trulež korijena uslijed nedostatka kisika koja je česta pojava kod glinovitih tala. Zbog visoke koncentracije  $\text{CaCO}_3$  pH je visok pa lapor spada u alkalna tla. Laptorska tla dosta su sklona erozijskim procesima pa je ponekad potrebno provesti zatravljivanje nasada kako bi se ublažilo odnašanje tla uzrokovano jakim vjetrom ili vodenim bujicama nastalim nakon obilnih padalina. Lapor zajedno sa pješčenjakom čini fliš.

Pseudoglej, kao tip tla sa svim svojim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima može se svrstati u klasu ograničeno pogodnih tala za intenzivnu biljnu proizvodnju (Vlaović, 2017.). Iako prirodni pseudogleji imaju loša svojstva, oko 55% ih je u sustavu biljne proizvodnje (Husnjak, 2014.). Najveći problem ovih tala je kisela reakcija te loši vodno zračni odnosi, koji naročito dolaze do izražaja u zimsko-proljetnom periodu kada vrlo lako može doći do potpune saturacije vodom. U takvim situacijama biljke su podložne smržavanju ili ugibaju

zbog nedostatka kisika. Na osjetljivijim tlima, kao što su pseudogleji, antropogeno zbijanje narušava vodno zračne odnose, toplinska svojstva, pogoršava strukturu i biološku raznolikost. Iz tog razloga potrebno je kontinuirano primjenjivati mjere popravke ovakvih tala, ali i još važnije – usvojiti nova znanja koja će omogućiti prilagodbu nastalim promjenama i zaštiti tlo za buduće generacije. Racz i sur., (1977.) ističu potrebu provođenja intenzivnih agrotehničkih melioracija za poboljšanje vodno zračnih odnosa, a za „lošije varijante“ predlažu i odvodnju. Jedno od rješenja ovih problema je postavljanje cijevne drenaže kako bi se omogućilo procjeđivanje stagnirajuće površinske vode. Osim toga, poboljšanje procjeđivanja površinskih voda može se riješiti primjenom rahljenja ili podrivanja. Preporuča se i provođenje kalcizacije za neutralizaciju kisele reakcije. Uz jako kiselu reakciju prinosi mogu biti značajno smanjeni zbog prelaska fosfora u nepristupačne oblike (Karavla, 1972.). Prema Vlaović (2017.) u pseudoglejnim tlima kapacitet za zrak iznosi 3-6%, a pH (vode) je 5-5,5. Stupanj zasićenosti bazama iznosi 20-50%, uz dominaciju vodikovih, aluminijskih i željeznih iona. Humusa je malo, a uz to na poljoprivrednim površinama je uglavnom kiseo zbog prisutnih fulvokiselina, dok je opskrbljenost hranivima niska. Nastaje na različitim supstratima, uglavnom na eolskim, fluvijalnim i koluvijalnim naslagama. Ovaj tip tla razvija se uglavnom u području humidne klime, tj. u klimatskim uvjetima gdje postoji višak oborinske vode u odnosu na evapotranspiraciju. Pseudoglej ima lošu strukturu te pokazuje tendenciju stvaranja pokorice, a površinski sloj zbog mnogo praha u mokroj fazi postaje kašasta masa, dok dolaskom suhe faze on postaje tvrd i kompaktno. Smanjenje trajanja mokre faze može se postići rahljenjem nepropusnog sloja čime se voda slobodno procjeđuje. Gnojdbom i kemijskim melioracijama može se riješiti nedostatak hraniva, dok se loša biološka aktivnost rješava unosom organske tvari.

### 3.3.2. Vinogradi Tomac

Vinogradi obitelji Tomac nalaze se u mjestu Donja Reka pokraj Jasterbarskog. Smješteni su na sunčanim obroncima plešivičko-okićkog vinogorja, na položajima Šipkovice i Bresnice. Na 5 hektara uzgajaju Chardonnay, Rajnski rizling, Sauvignon bijeli, Graševinu i Pinot crni, a na pola hektara (pedeset godina stara vinograda u zakupu) zastupljene su stare plešivičke sorte: Veltlinac crveni, Plavec žuti, Šipelj, Belina štajerska, Silvanac zeleni i dr. Vinogradi Tomac koriste ekološki pristup, odnosno prakticiraju uporabu organskih gnojiva dok je primjena zaštitnih sredstava minimalizirana. Zbog toga, godišnji prinosi od vinove loze su relativno niski, odprilike 1kg / po trsu što je jamstvo vrhunske kakvoće njihovog grožđa i vina.



Slika 3. Vinogradi Tomac (izvor: <https://www.iceipice.hr/hr/clanak/tomac>)

### 3.3.3. Vinogradi Šember

Vinogradi Šember prošarali su osunčane padine Plešivice. Vinogradi su u početku bili miješani vinogradi starih sorti, a onda nakon krčenja i obnavljanja vinograda zasađene su sorte Rizling rajnski, Chardonnay i Pinot crni. Dio vinograda ostao je pod starim sortama (Plavec žuti i druge). U vinogradima se ukupno nalazilo oko 40.000 trsova jer su redovi bili zasađeni u gušćem sklopu, dok je broj trsova danas nešto manji, oko 30 000 tisuća. Trenutno se obrađuje 6 ha vinograda vlastitih nasada koji se rasprostiru na brdovitim terenima Plešivičko-Okičkog vinogorja. Pavel, Bresnica, Vučjak, Starjak, Mladina imena su proizvodnih površina, odnosno vinograda koji su okrenuti u smjeru jug – jugozapad. U njima prevladava alkalno, laporasto tlo s velikim udjelom vapna. Ovisno o položaju starost vinograda varira od 10 pa čak do 90 godina starosti. U vinogradu se prakticira pristup integrirane zaštite bilja. Prinosi za mirna vina su niski, a za pjenušce nešto veći, pa se puno truda ulaže u pravilnu i pametnu rezidbu uzgajanih sorata. Za bijela macerirana vina prinosi su još i manji, ali variraju ovisno o godini. Sva vina dobivena od ovih sorata vrhunske su kvalitete, a Pinot crni pokazao se izvrsnim i u amfori.



Slika 4. Vinogradi Šember (izvor: <http://www.sember.hr/galerija/galerija-129>)

### 3.4. Podregija Prigorje-Bilogora

Prigorje-Bilogora je jedna od sedam vinogradarskih podregija u regiji Kontinentalna Hrvatska. Na obroncima Medvednice, Kalnika i Bilogore oduvijek se uzgajala vinova loza o čemu postoje brojni dokazi. Grčki geograf i povjesnik Strabon (63 god. pr. Kr.) u djelu „Geog-rafija” spominje vinograde u Gornjoj Posavini, što je potvrda da se je vinova loza uzgajala na ovim prostorima još u doba Kelta i Ilira, tj. i prije dolaska Rimljana na područje Panonije.

Podregija Prigorje Bilogora obuhvaća područje grada Zagreba, Sv. Ivana Zeline, Bjelovara, Koprivnice, Križevaca i Đurđevca te prema 'Pravilniku o vinogradarskim područjima' u toj podregiji se nalazi šest vinogorja a to su: Dugo Selo-Vrbovec, Kalnik, Koprivnica-Đurđevac, Bilogora, Zelina i Zagreb. Prigorje je naziv područja što se prostire od južnih i istočnih obronaka Medvednice do Save, a Bilogora ime niske gore (s najvišim vrhom od tek 309 m nad morem), koja je svoje ime dala sedamdesetak kilometara dugom brežuljkastom krajoliku u međurječju Save i Drave što se s jedne strane naslanja na Kalnik (643 m nadmorske visine), a s druge na obronke Papuka (953 m nadmorske visine). Vinogradarski položaji na obroncima spomenutih gora nastali su krčenjem šuma. Zbog reljefa i vlasničkih odnosa vinogradarske su površine male i najvećim dijelom nepodobne za mehaniziranu obradbu. Najveći broj vinograda je lociran na blagim ili jače strmim položajima, pretežito okrenut istok-jugozapad i na nadmorskoj visini od 150 do 400 m/nm.

Reljef ove podregije karakteriziraju planine Medvednica, Kalnik i Bilogora, čiji se obronci spuštaju prema jugu, a brežuljci i obronci su ispresjecani mnogobrojnim rječicama i potocima

koji pripadaju slijevu rijeke Save (Maletić i sur., 2008.). Obronci Medvednice povoljnih su južnih i zapadnih ekspozicija te su vinogradarski položaji rasprostranjeni praktično duž podnožja cijele planine. Nasuprot tomu, obronci Kalnika nisu ujednačeni, pa ni vinogradi nisu tako jednoliko raspoređeni. Od tipova tla u ovoj podregiji prevladavaju lesivirana tla i pseudogleji. Iz prikaza klimatskih podataka razvidno je da se ni ova podregija, s obzirom na opća klimatska obilježja ne izdvaja od ostalih u ovom dijelu Hrvatske. Na vinogradarskom području ove podregije klima je umjerena kontinentalna sa srednjom godišnjom temperaturom od 10 do 12°C i sa srednjom temperaturom zraka u tijeku vegetacije između 16,5 i 18°C. Prema Maletiću i sur. (2008.) prosječna temperatura zraka iznosi oko 10 °C, a sume efektivnih temperatura se kreću između 1231 °C u Križevcima do 1437 °C u Koprivnici; apsolutni minimum tijekom zime u promatranom periodu iznosio je -24 °C, a apsolutni maksimum tijekom visokih ljetnih temperatura iznosio je 38 °C. Srednje dnevne temperature iznad 10°C nastupaju polovicom travnja (najčešće 14. IV.), a prestaju polovicom listopada (15. X.), pa vegetacija u tijeku godine traje oko 185 dana što je dovoljno dugo razdoblje za sazrijevanje i sorata III. dobi, kakva je primjerice Graševina. Negativne vrijednosti temperatura javljaju se od rujna do svibnja, pa je izbor položaja od velike važnosti. Oborina ima dovoljno tijekom cijele godine, a prosječna godišnja vrijednost se kreće između 800 i 1000 mm (Maletić i sur., 2008.), od čega pola padne u tijeku vegetacije. Relativna vlažnost zraka je oko 81 %, a prosječan broj dana s tučom u tijeku godine (promatrano kroz duže vremensko razdoblje) iznosi 1,7. Takve nepogode pojavljuju se najčešće u mjesecima srpnju i kolovozu. Iako su u ovoj podregiji sušna razdoblja rijetka, ipak se u području Križevaca ona znaju češće javiti u srpnju i kolovozu. Prema Maletić i sur. (2008.) sume sati sijanja sunca zadovoljavaju (1892-1978 sati na godinu) i omogućavaju pravilan tijek svih fenofaza vinove loze.

Prema Mirošević i sur. (2008.) najvažnije sorte koje se uzgajaju na ovom području su: Graševina, Pinot bijeli, Pinot sivi, Klešćec, Silvanac zeleni, Sauvignon, Rizling rajnski, Traminac, Chardonnay, Veltlinac crveni, Plavec žuti, Šipelj, Kraljevina, Moslavac, Frankovka, Portugizac, Pinot crni i Zweigelt.

### 3.4.1. Karakteristike tla

S obzirom na mikroklimatske i geomorfološke razlike u ovoj vinogradarskoj podregiji i tla su različita. Tako tlo u pokusnim nasadima, u vinogradima Puhelek i Kos predstavlja antropogeni pseudoglej i luvisol (lesivirano tlo). Kod luvisola je karakteristično ispiranje čestica gline iz eluvijalnog horizonta u iluvijalni horizont. Luvisol je slabo do umjereno kiselo tlo. Prema Vukadinović (2018.) lesivirana tla nastaju u uvjetima semihumidne do humidne klime s > 650 mm oborina godišnje i prosječnom godišnjom temperaturom 8-11 °C; reljef je ravan do valovit, a najviše luvisola je u pojasu od 100-700 m nadmorske visine; matični supstrati su različiti - najčešće su duboki, rastresiti, ilovasti sa (>10% gline), nekarbonatni ili umjereno karbonatni i dobre propusnosti za vodu. U brdsko-planinskom području najčešće nastaju na silikatnim supstratima, reziduima vapnenaca i dolomita. Sadržaj humusa je 2% te



u njemu prevladavaju fulvokiseline, pH je između 5 i 6. Prirodni luvisoli su dobra šumska tla, ali loših proizvodnih svojstava zbog diskontinuiteta u opskrbi biljaka vodom, hranivima, kisikom i toplinom. U humidnijem klimatu luvisoli stupaju u kompleks s pseudoglejnim tlima što nazivamo pseudooglejavanje. Prema Vukadinović (2018.) ukupne površine u Hrvatskoj pod luvisolom iznose 703.215 ha (12,6%).

Negativna svojstva luvisola, odnosno lesiviranog tla su: nizak sadržaj humusa, mala stabilnost agregata u srednjem sloju, loša fizikalna svojstva u dubljim slojevima, kisela reakcija, jaka sklonost eroziji tla, nizak sadržaj hraniva. Također, nedostatak humusa iziskuju odgovarajuću gnojidbu. Mjerama uređenja možemo uvelike poboljšati kvalitetu proizvodnosti na ovim tlima. Tako se npr. produbljivanjem oraničnog sloja miješaju horizonti tla i poboljšava im se struktura. Organskom gnojidbom (stajnjakom, zelenom gnojidbom) povećavamo plodnost lesiviranog tla, dok visokim dozama mineralnih gnojiva (dodavanjem dušičnih i fosfatnih gnojiva) povećavamo rezerve hraniva u tlu. Zaštitu od erozije možemo postići zatavljanjem nasada.

#### 3.4.2. Vinogradi Puhelek

Na području pitoresknog Prigorja smjestilo se vinogorje Zelina poznato po brojnim vinogradima i proizvodnji kvalitetnih vina. Upravo na tom području nastala je zanimljiva turistička atrakcija, Zelinska vinska cesta, koja prolazi vinorodnim naseljima zelinskoga kraja. Jedna od takvih turističkih atrakcija su i vinogradi obitelji Puhelek koja se već desetljećima bavi uzgojem vinove loze te proizvodnjom kvalitetnog vina. Vinogradi puhelek poznati su po svojoj proizvodnji Sauvignona i Kraljevine koji ima savršen omjer svježine i aromatičnosti. Vino Kraljevina Zelina proizvodi se od 100% grožđa sorte Kraljevina koja predstavlja autohtonu sortu te posjeduje županijsku marku ovoga kraja. Kraljevina zbog visokih kiselina i malog udjela alkohola poslužila je kao odlična baza za proizvodnju pjenušca, pa tako iz njihova gospodarstva izlazi i pjenušac Kraljica.

#### 3.4.3. Vinogradi Kos

Obitelj Kos bavi se uzgojem vinove loze od davnina, a njihovi vinogradi smješteni su na brdima iznad sela Hrnjanca. Predkraj 19. stoljeća gotovo cijeli vinograd uništila je filoksera. Danas obitelj Kos uzgaja kvalitetne sorte: Rizling rajnski, Chardonnay, Graševinu, Kerner, Pinot crni, Anita rose i autohtonu Kraljevinu na 3,5 ha vlastitih vinograda i 1 ha vinograda u zakupu u Zelinskom vinogorju. Pretežito su zasađene na položajima Jakopovca i Košutke, na južnim padinama, bitnim za život vinove loze. U zadnjih tridesetak godina vina Kos se sve više pune u boce - butelje, a sve se manje prodaju kao otvorena u rinfuzi. Obitelj Kos ulaže od tada u moderan podrum, strojeve i uređaje bez kojih nema dobre kvalitete. Moderna oprema omogućila je i brzu preradu, a kvalitetne sorte daju izvrsno vino koje traži sve izbirljivije tržište.



Slika 5. Vinogradi Kos (izvor: <https://www.okusi.hr/okusi-zagrebackog-kraja/partneri/item/160-izletiste-vina-kos-juriscic.html>)

### 3.5. Metode kemijske analize

#### 3.5.1. Određivanje ukupnog sadržaja šećera

Osnovni parametri koji nam pokazuju kakvoću mošta su sadržaj šećera i ukupna kiselost. Šećeri u bobicama grozda nastaju kao rezultat fotosinteze, a najvažniji su glukoza i fruktoza, dok su ostali mnogo manje zastupjeni i važni. Prema Maletić u sur. (2008.) sadržaj šećera u grožđu ili moštu se određuje najčešće pomoću fizikalne metode mjerenjem relativne gustoće (specifične težine) primjenom moštinih vaga. Najpoznatije su i najčešće korištene Oechsleova i Baboova moštna vaga, gdje u prvom slučaju stupnjevi po Oechsleu ( $^{\circ}\text{Oe}$ ) pokazuju razliku u gramima između mase 1 litre mošta i istog volumena vode dok u drugom slučaju stupnjevi Baboa ( $^{\circ}\text{B}$ ) pokazuju približno masene postotke šećera. Fizikalne metode ujedno su najbrže i najjeftinije metode, dok su kemijske metode nešto sporije i skuplje. Kemijske metode baziraju se na kemijskim reakcijama šećera s odgovarajućim reagansom, pa su stoga puno preciznije za utvrđivanje ukupnih šećera u moštu ili vinu. Sadržaj šećera u moštu za potrebe ovih istraživanja utvrđen je fizikalnom metodom, odnosno refraktometrom i izražen u Oechslovim stupnjevima ( $^{\circ}\text{Oe}$ ). Refraktometar je mjerni instrument kojim se određuje indeks loma svjetlosti. Lom svjetla se na skali refraktometra vidi u obliku manjeg ili većeg stupca sjene, a očitavaju se vrijednosti koje se nalaze na granici svijetlog i tamnog polja (Tomić, 2019.). Stariji refraktometri pokazuju na skali postotak suhe tvari dok noviji tipovi refraktometra direktno očitaju  $^{\circ}\text{Oe}$ .



Slika 6. Refraktometar (izvor: Autor Fernando G. (FGM) - Vlastito djelo postavljača, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=796166>)

### 3.5.2. Određivanje ukupne kiselosti

Kiseline su poslije šećera, najvažniji sastojak mošta i vina. Osnovne kiseline grožđa su vinska, jabučna i u manjoj mjeri limunska, a u vrlo maloj količini nalazimo askorbisku, oksalnu, glikolnu itd. U grožđu zaraženom *Botrytisom* nalazimo i povećane koncentracije glukonske kiseline (Maletić i sur., 2008.). Udio vinske i jabučne kiseline ovisi o sorti grožđa i o vinogradarskom položaju. Grožđe koje dozrijeva u toplijim klimatskim uvjetima imaće manje kiselina od onog koje dozrijeva u hladnijim klimatskim uvjetima. Ukupna kiselost predstavlja sve slobodne organske i neorganske kiseline te njihove soli i druge kisele tvari koje se mogu titrirati bazom (Tomić, 2019.). Ukupna kiselost se obično izražava u gramima po litri (g/L) kao vinska kiselina (u nekim zemljama kao sumporna), a utvrđuje se postupkom titracije (neutralizacije). Postoje dvije metode neutralizacije: 1) metoda potenciometrijske titracije i 2) metoda direktne titracije. U ovim se istraživanjima za kemijsku analizu ukupne kiselosti mošta koristila metoda direktne titracije jer se pomoću te metode lužinom neutraliziraju sve kisele frakcije. Ukupna kiselost stoga se izračunala na osnovi utroška lužine (NaOH). U ovoj metodi koristili smo bromtimol plavi kao indikator. Analiza je provedena tako da se u laboratorijsku čašu pipetiralo 10 ml uzorka, a potom se dodalo 2 – 3 kapi tekućeg indikatora bromtimola plavog. Nakon toga uzorak je titriran s 0,1 M NaOH do pojave maslinasto zelene boje. Prema Jeromel (2015.) poznato je da 1 mL 0,1 M NaOH neutralizira 0,0075 g vinske kiseline, pa tako razinu ukupne kiselosti računamo prema formuli:

$$\text{Ukupna kiselost (g/L kao vinska)} = \text{mL utrošene 0,1 M NaOH} \times 0,0075 \times 100$$

gdje se umnožak se množi sa 100 kako bi se dobile litre s obzirom na to da se ukupna kiselost izražava u g/L.

### 3.5.3. Određivanje realne kiselosti (pH)

Realna kiselost (pH) označava koncentraciju slobodnih vodikovih iona u moštu ili vinu, a ovisi o količini ukupnih kiselina i jačini disocijacije pojedinih kiselina. Najjače disocira vinska kiselina, zatim jabučna nešto slabije, a ostale kiseline još slabije. pH vrijednost mošta ili vina najviše ovisi o količini vinske kiseline, pa stoga dakle nije izravno proporcionalna količini ukupnih kiselina u moštu i vinu. Povećanjem ukupnih kiselina neće se uvijek razmjerno povećati i koncentracija vodikovih iona (pH). Vrijednost pH mošta i vina uglavnom se kreće između 3,0 i 3,8. Kiseli vina često imaju pH vrijednost ispod 3,5, dok nedovoljno kisela vina mogu imati pH i do 4,0 (Jeromel, 2015.). Realna kiselost ima veliki utjecaj na kakvoću vina, kao i na niz biokemijskih i fizikalno-kemijskih procesa tijekom sazrijevanja i starenja vina. Niži pH inhibira rast nepoželjnih mikroorganizama u moštu ili vinu. Realna kiselost (pH) određuje se pH-metrom. Prije analize baždari se pH-metar. Nakon toga otpipetira se 25 mL mošta ili vina u čašu od 100 mL, te odredi pH mošta ili vina.

### 3.5.4. Određivanje ukupnog dušika (N) u suhoj tvari lista

Analiza biljnog tkiva najpouzdanija je metoda za procjenu ishranjenosti vinograda jer hraniva u listu predstavljaju izvor hraniva za grozd tijekom faze dozrijevanja (Trdenić i sur., 2019.). Može se analizirati odvojeno plojka ili peteljka lista, ali najčešće se analiziraju cijeloviti listovi (plojka + peteljka). Dušik (N) je najvažnije hranivo u ishrani vinove loze jer ima veliki utjecaj na vegetativni i reproduktivni razvoj (Schreiner i sur., 2013.), te kvalitetu mošta, a najviše je potreban tijekom intenzivnog rasta mladica i korijena (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008.). Za analizu N u suhoj tvari lista u ovom istraživanju koristili su se uzorci prikupljeni sa pokusnih trsova sorte Pinot crni iz vinograda Tomac i Šember (Plešivica) te sorte Kraljevina iz vinograda Puhelek i Kos (Zelina). Uzorci su se prikupljali prije berbe, u početku kolovoza 2019., a analiza je provedena u laboratoriju na javnom pokušalištu Jazbina u Zagrebu 30.8.2019. Prema (Romheld, 2012.) vrijeme uzorkovanja je jako bitno jer se status hraniva u biljnom tkivu mijenja tijekom vegetacije.

## 3.6. Ravazov indeks

Ravnateža vinove loze središnji je koncept u proučavanju vinogradarstva gdje se stapa fiziologija i tehnologija proizvodnje vinograda. Ovaj je koncept uveden davno i dalje su ga definirali istraživači vinogradarstva širom svijeta. Primjeri ravnoteže vinove loze središnji su dio tehnologije proizvodnje vinograda i proizašli su iz istraživanja tijekom prošlog stoljeća. Nelson Shaulis razvio je metodu „uravnatežene“ rezidbe koja ocjenjuje odluke o rezidbi na temelju dovođenja loze u ravnotežu (Shaulis, 1966.). Brojni istraživači dalje su definirali ovaj koncept ravnoteže pokušavajući razumjeti utjecaj proizvodnih praksi na održivi rast i razvoj vinove loze, uključujući utjecaje gospodarenja nadzemnim dijelovima vinove loze (procjena i posljedično djelovanje manipulacije mladica i lišćem radi poboljšanja kvalitete vinove loze i grožđa), utjecaj na cvatnju i početak razvoja bobica, utjecaj na dormantnost i otpornost na

zimске niske temperature, te ukupne prinose i kvalitetu grožđa. Postizanje ravnoteže vinove loze veoma je složeno i diktira je tlo, okoliš i ukupni proizvodni kapacitet vinograda. Budući da postoji toliko mnogo faktora koji igraju ulogu u ravnoteži vinove loze, ne postoje jasne smjernice kako stvoriti uravnoteženu lozu na svim lokacijama; a metode za postizanje ravnoteže vinove loze ovise o sljedećim čimbenicima: okoliš, vrsta tla dostupnost vode, sorta, podloga, dizajn vinograda (razmak, sustav armature/uzgoja), agrotehničke mjere, ishrana, bolesti i štetočine, upravljanje vinogradom, proizvodni ciljevi.

Koncept ravnoteže vinove loze u teoriji je često lakše razumjeti nego ga usavršiti u praksi. Vinogradarima je poznato da je ravnoteža vinove loze definirana kao stanje u kojem je vegetativni i reproduktivni rast vinove loze „uravnotežen“. Ravnoteža vinove loze mjeri sposobnost rasta vinove loze putem ukupnih prinosa i bujnosti vinove loze (površina lista ili masa orezane rozgve tijekom dormantne faze), te ima neke generalizirane smjernice za razumijevanje je li vinova loza u dobrom stanju (tj. snažnog rasta ili slabog rasta). U najblaže rečenom smislu, ravnoteža vinove loze definirana je i izračunata kao omjer prinosa vinove loze i bujnosti vinove loze, što predstavlja omjer između generativnog i vegetativnog potencijala vinove loze. Taj se odnos naziva opterećenjem vinove loze i izračunava se uzimanjem prinosa vinove loze i dijeljenjem s masom orezane rozgve u dormantnoj fazi. Prema Ravaz (1903.) postoje dvije različite jednadžbe opterećenja usjeva, indeks Ravaz i odnos rasta i prinosa. Razlika između dvije jednadžbe je sljedeća:

$$\text{Indeks Ravaz} = \text{Prinos} / \text{Masa orezane rozgve}$$

gdje se prinos iz trenutne berbe koristi u odnosu na masu orezane rozgve u sljedećoj sezoni dormantnosti. Ovo je najčešće korištena jednadžba za izračunavanje opterećenja vinove loze.

$$\text{Odnos rasta i prinosa} = \text{Prinos} / \text{Masa orezane rozgve}$$

gdje se težina orezivanja od dormantne sezone uspoređuje s prinosom sljedeće sezone.

Dobiveni broj je omjer, te je, dakle, bez jedinica. Dosadašnja istraživanja pokazuju da se ravnoteža vinove loze postiže ako je Ravaz indeks u rasponu od 5 do 10 za v.lozu (*Vitis vinifera*). Ovaj je raspon prilično velik, ali je potreban jer postoje različite razine ravnoteže vinove loze na temelju mjesta vinograda i ciljeva proizvodnje. Omjer opterećenja vinove loze koji je niži od optimalnog raspona podcijenjen je (niski prinosi i veća bujnost vinove loze), dok su brojke na visokom kraju spektra prekomjerne (više grožđa i manja bujnost vinove loze). Konačno, biti na bilo kojem kraju spektra može dovesti do neodrživog rasta i proizvodnje vinove loze.

One prakse proizvodnje koje se ne pridržavaju proizvodnih kapaciteta vinove loze neizbježno će rezultirati neodrživom proizvodnjom u vinogradu, jer će se smanjiti zdravlje vinove loze i prinosi i kvaliteta grožđa. Na primjer, žestoko ograničavanje prinosa vinove loze za

produkciju visokokvalitetnog grožđa pomoću jake rezidbe vinove loze do točke u kojoj ona može postati pretjerano bujna u vegetativnom rastu dovodi do problema kao što su loša plodnost, zasjenjenih krošnji, povećane učestalosti bolesti i povećanja troškova upravljanja vinovom lozom. U vinogradima u kojima postoji konkurencija za vodom zbog lošeg upravljanja tlom vinograda ili nepravilnim navodnjavanjem i visokim prinosima mogu postojati problemi poput smanjene kvalitete grožđa (nedostatak zrenja), tankog drveta, loše plodnosti i otvaranja pupova. Stoga ravnoteža vinograda doista ovisi o tome da vinogradar razmotri sposobnost vinove loze i maksimizira taj proizvodni kapacitet i kvalitetu uz razumne i ekonomske doprinose.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Rezultati mjerenja u vinogradima Tomac

Tablica 1: Vrijednosti parametara kakvoće grožđa (ukupne kiseline, šećeri i pH), Pinot crni, vinogradi Tomac – Pleševičko vinogorje, berba 10.09.2019.

UZORAK	ŠEĆERI °Oe	UK. KISELINE g/l	pH
T1	88	5,95	3,13
T2	87	6,45	3,08
T3	85	6,52	3,09
T4	80	6,65	3,12
T5	94	5,17	3,16
T6	85	6,82	3,09
T7	87	6,43	3,11
T8	85	7,68	3,10
T9	84	7,27	3,04



Slika 7. Karta koncentracije šećera (lijevo) i ukupnih kiselina (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Tomac (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Iz podataka u tablici 1. vidljivo je kako minimalna vrijednost za ukupne šećere u uzorcima mošta iznosi 80 °Oe (T4), dok maksimalna vrijednost iznosi 94 °Oe (T5). Koncentracija ukupnih kiselina u uzorcima mošta iznosi 5,17 – 7,68 g/l. Najniža koncentracija ukupnih kiselina (< 6 g/l) zabilježena je kod uzoraka iz područja T1 i T5, dok je kod uzoraka iz područja T8 i T9 koncentracija ukupnih kiselina bila nešto viša (> 7 g/l). Dobivene vrijednosti za pH se

kreću od minimalno 3,04 (T9) do maksimalno 3,16 (T5). Na karti (vidi slika 7) je vidljivo da uzorci iz zone koja obuhvaća područja T1, T2, T5 i T7 imaju veći sadržaj šećera, manje ukupnih kiselina te viši pH. Dakle, trsovi iz navedene zone daju grožđe bolje kakvoće pa je stoga ova zona pogodna za proizvodnju visokokvalitetnih vina. Suprotno tome, grožđe ubrano sa trsova iz područja T3, T4, T6, T8 i T9 ima povišene kiseline te manje šećera. Vina proizvedena od grožđa iz ove zone biti će niže kvalitete zbog svoje izražene kiselosti, ukoliko se ne koristi za proizvodnju pjenušca gdje je izražena kiselost poželjna. Prema Bergqvist i sur. (2001.) sadržaj šećera i koncentracija ukupnih kiselina uvjetovani su toplinom tijekom vegetacijske sezone. Isto tako bitna je i ekspozicija trsa te faktor ukupnog zasjenjenja od strane susjednih trsova, osunčani grozdovi imaju viši sadržaj šećera te nižu koncentraciju ukupnih kiselina dok za zasjenjene grozdove vrijedi suprotno. U istraživanjima Bramley i Hamilton (2004a) neki su indeksi (npr. fenoli) imali više varijable od drugih, na temelju toga zaključili su da je odstupanje u kvaliteti grožđa tijekom berbe znatno manje od varijacije u prinosu.

Tablica 2: Vrijednosti parametara generativnog potencijala pokusnih trsova (broj grozdova, prosječna masa grozda te prinos po trsu), Pinot crni, vinogradi Tomac – Pleševičko vinogorje, berba 10.09.2019.

UZORAK	BROJ GROZDOVA	PROSJEČNA MASA GROZDA (g)	PRINOS PO TRSU (kg)
T1	8	90	0,69
T2	16	120	1,85
T3	21	160	3,27
T4	22	120	2,69
T5	21	100	2,15
T6	31	100	3,09
T7	15	120	1,87
T8	22	150	3,25
T9	17	120	2,07

U tablici 2. prikazani su podaci dobiveni mjerenjem pojedinih parametara za sortu Pinot crni iz vinograda Tomac. Iz tablice je vidljivo da se prinos po trsu kretao od 0,69 kg (T1) do 3,27 kg izmjereno kod trsova iz područja T3, koje je ujedno zabilježeno kao područje s najvišom vrijednosti prinosa po trsu. Dobiveni bi rezultati mogli biti posljedica visokog stupnja varijacije unutar loze te između vinovih loza (Johnstone 1999, Trought 1997). U svojim istraživanjima Bramley i sur. (2004.) navode kako je u bilo kojoj godini, prinos bio vrlo promjenjiv i u slučajevima kod nekih trsova obično bio i do 10 puta veći od minimalnog (tj. 2 do 20 t / ha). Iz iste tablice vidljive su i vrijednosti za prosječan broj grozdova te prosječnu masu grozda po trsu. Raspon u broju grozdova kreće se od 8 – 31. Minimalni broj grozdova zabilježen je kod trsova iz područja T1, dok je kod trsova iz područja T6 zabilježen najveći broj grozdova. Prosječna masa grozda varira od 90 (T1) do 170 g (T3). Na karti (vidi slika 8) vidljivo je da trsovi iz zone koja obuhvaća područja T1, T2, T5, T7 i T9 imaju niže prinose, ali



bolju kakvoću grožđa (više šećera i manje kiselina). Suprotno tome, trsovi iz zone koja obuhvaća područja T3, T4, T6 i T8 imaju veće prinose ali lošiju kakvoću grožđa.



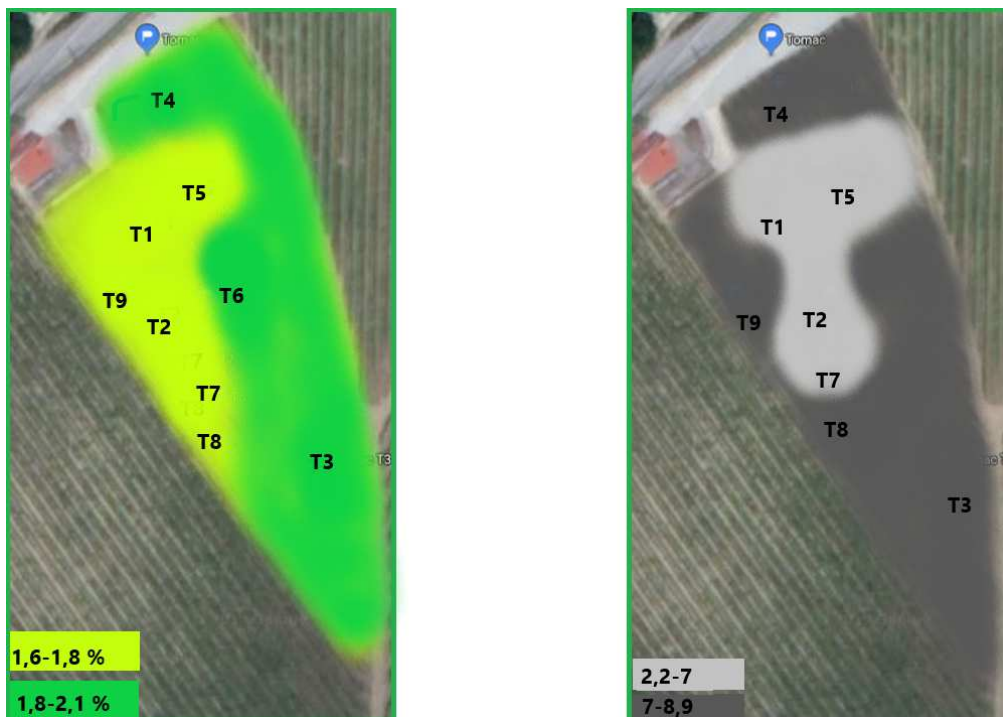
Slika 8. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Tomac (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Tablica 3: Vrijednosti parametara vegetativnog potencijala pokusnih trsova (N u listu, masa rozgve te ravaz indeks), Pinot crni, vinogradi Tomac – Pleševičko vinogorje, analiza N u listu 30.08.2019., rezidba 13.01.2020.

UZORAK	N u LISTU (%)	MASA ROZGVE (kg)	RAVAZOV INDEKS
T1	1,69	0,29	2,38
T2	1,70	0,34	5,44
T3	1,88	0,39	8,38
T4	2,06	0,36	7,47
T5	1,77	0,37	5,81
T6	2,07	0,39	7,92
T7	1,72	0,29	6,45
T8	1,79	0,37	8,78
T9	1,76	0,24	8,63

Vrijednosti vegetativnog potencijala vinove loze prikazane u tablici 3. pokazuju kako je razlika u koncentraciji N u suhoj tvari lista između uzoraka mala, dok je prostorna varijabilnost u slučaju mase orezane rozgve nešto veća, a za Ravazov indeks značajno varira. Minimalna koncentracija N u listu od 1,69% zabilježena je kod trsova iz područja T1, dok je maksimalna koncentracija od 2,07% zabilježena kod trsova iz područja T6. U istraživanjima Trdenić i sur. (2019.) na klonovima sorte Moslavac vrijednosti N u listu kretale su se od

1,88% do 4,47%. Iz karte (vidi slika 9) vidljivo je da trsovi u zoni koja obuhvaća područja T1, T2, T5, T7 i T9 imaju blagi deficit dušika, manje su bujni i imaju niže prinose, dok su trsovi iz područja T3, T4, T6 i T8 veće bujnosti i daju veće prinose. Iz karte je također vidljivo da se u vinogradu Tomac jasno prepoznaje zona visokih šećera, nižih kiselina, nižih prinosa, nižeg sadržaja dušika u lišću i Ravazovog indeksa (područja T1, T2, T5 i T7). Vrijednosti za masu orezane rozgve variraju od 0,24 do 0,39 kg, a vrijednost Ravazovog indeksa od minimalno 2,38 do maksimalno 8,78. Sve vrijednosti od 5 – 10 kod ravazovog indeksa smatraju se optimalnima, te pokazuju da je trs u dobroj ravnoteži. Prema tome, možemo reći da trsovi u zonama T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 i T9 imaju dobru ravnotežu između generativnog i vegetativnog potencijala, dok trsovi u zoni T1 jedini pokazuju znakove neravnoteže. Varijacije u bujnosti vinove loze mogu se povezati s prostornom varijabilnošću sastava grožđa, što utječe na sastav vina, stil i kvalitetu vina (King i sur., 2014.). Tako je u istraživanjima ovih autora porast sadržaja šećera u bobicama grožđa od početka zriobe do berbe bio je sporiji kod prebujnih vinovih loza u obje godine istraživanja, dok su rezultati bili slični za ukupne kiseline i pH vrijednosti. Bramley i sur. (2011a) u svojim istraživanjima navode kako je varijabilnost u bujnosti bila veća nego u vrijednostima dobivenim za šećere i pH, a slična varijacijama antocijana i ukupnih fenola.

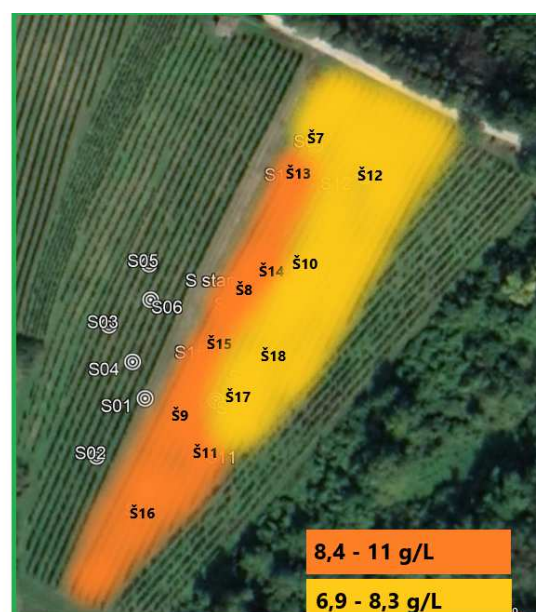
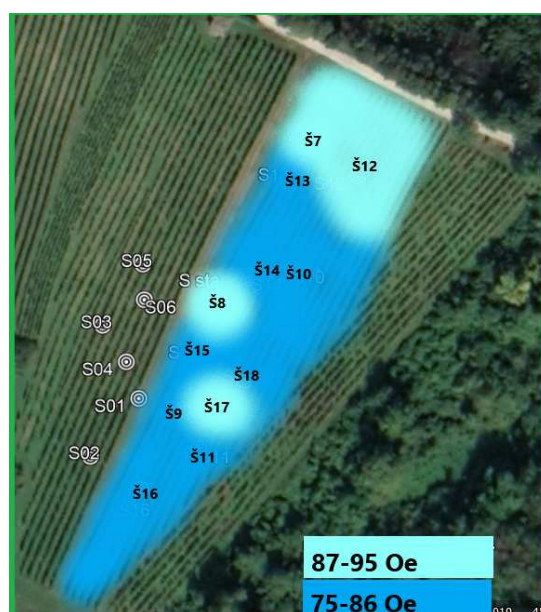


Slika 9. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista (lijevo) i Ravazovog indeksa (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Tomac (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

## 4.2. Rezultati mjerenja u vinogradima Šember

Tablica 4: Vrijednosti parametara kakvoće grožđa (ukupne kiseline, šećeri i pH), Pinot crni, vinogradi Šember – Pleševičko vinogorje, berba 10.09.2019.

UZORAK	ŠEĆERI °Oe	UK. KISELINE g/l	pH
Š7	87	8,28	2,97
Š8	87	8,62	3,09
Š9	78	8,66	2,91
Š10	84	7,80	3,10
Š11	75	11,17	2,95
Š12	87	6,72	3,14
Š13	77	9,35	2,94
Š14	82	8,41	3,05
Š15	58	10,2	2,91
Š16	82	9,30	3,04
Š17	87	6,90	3,09
Š18	81	8,13	3,05



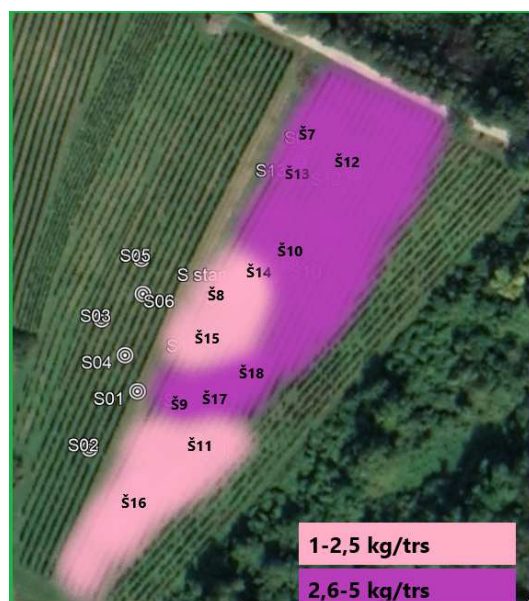
Slika 10. Karta koncentracije šećera (lijevo) i koncentracije ukupnih kiselina (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Šember (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Iz mjerenih parametara u tablici 4. vidljivo je kako sadržaj ukupnih šećera u uzorcima mošta varira od 58 °Oe (Š15) do 87 °Oe (Š7). Iz karte (vidi slika 10) vidljivo je da uzorci mošta iz zone koja obuhvaća područja Š7, Š8, Š12 i Š17 imaju veći sadržaj šećera. Također, vidljivo je i da uzorci mošta iz područja Š7, Š10, Š12, Š17 i Š18 pokazuju manju koncentraciju ukupnih kiselina (6,9 – 8,3 g/l) u odnosu na uzorke iz područja Š8, Š9, Š11, Š13, Š14, Š15 i Š16 gdje je koncentracija ukupnih kiselina viša od 8,4 g/l. Sukladno tome, pH vrijednost se smanjivala

zbog porasta ukupnih kiselina u moštu, a izmjerene vrijednosti kreću se od minimalno 2,91 (Š9) do maksimalno 3,14 (Š12).Ove tvrdnje potvrđuju Bramley i sur. (2005.) koji u svom istraživanju navode kako ukupne kiseline i pH vrijednosti pokazuju sličnu prostornu strukturu. Porast ukupnih kiselina vjerojatno je razlog smanjenja u sadržaju šećera i pH vrijednosti. Iz dobivenih vrijednosti za mjerene parametre možemo zaključiti da uzorci mošta iz zone koja obuhvaća područja Š7, Š12 i Š17 ujedno pokazuju sniženu koncentraciju ukupnih kiselina te veći sadržaj šećera i viši pH. Dakle, možemo reći da je grožđe iz ove zone prikladnije za proizvodnju vina određenog stila i dobre kvalitete u odnosu na zonu koja obuhvaća područja gdje je kakvoća grožđa narušena zbog izražene kiselosti i smanjenog sadržaja šećera.

Tablica 5: Vrijednosti parametara generativnog potencijala pokusnih trsova (broj grozdova, prosječna masa grozda te prinos po trsu), Pinot crni, vinogradi Šember – Pleševičko vinogorje, berba 10.09.2019.

UZORAK	BROJ GROZDOVA	PROSJEČNA MASA GROZDA (g)	PRINOS PO TRSU (kg)
Š7	18	150	2,73
Š8	13	170	2,17
Š9	28	120	3,40
Š10	24	110	2,75
Š11	29	40	1,17
Š12	19	140	2,61
Š13	25	200	4,93
Š14	16	130	2,01
Š15	13	190	2,43
Š16	19	120	2,33
Š17	26	110	2,97
Š18	29	100	2,91



Slika 11. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Šember (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

U tablici 5. prikazani su podaci dobiveni mjerenjem pojedinih parametara za sortu Pinot crni iz vinograda Šember. Iz tablice je vidljivo da je prinos po trsu varirao od minimalno 1,17 kg kod trsova iz područja Š11 do 4,93 kg kod trsova iz područja Š13. U istoj tablici prikazane su i vrijednosti za prosječan broj grozdova te prosječnu masu grozda po trsu. Broj grozdova varirao je od 13 – 29, a prosječna masa grozda iznosila je 40 – 200 g. Iz karte (vidi slika 11) vidljivo je da visoki prinosi nisu utjecali na smanjenje šećera u područjima Š7, Š12 i Š17. Sukladno tome, u područjima Š11, Š14, Š15 i Š16 niski prinosi nisu utjecali na povećanje kakvoće grožđa kao što je to inače očekivano. Od svih uzoraka jedino je kod onih u području Š8 zabilježen porast u sadržaju šećera koji je u skladu s nižim prinosima. Dakle, možemo reći da u ovom slučaju prinosi nisu bitno utjecali na kvalitetu grožđa.

Tablica 6: Vrijednosti parametara vegetativnog potencijala pokusnih trsova (N u listu, masa rozgve te ravaz indeks), Pinot crni, vinogradi Šember – Pleševičko vinogorje, analiza N u listu 30.08.2019., rezidba 13.01.2020.

UZORAK	N u LISTU (%)	MASA ROZGVE (kg)	RAVAZOV INDEKS
Š1	1,89	/	/
Š2	1,99	/	/
Š3	1,82	/	/
Š4	2,06	/	/
Š5	1,83	/	/
Š6	1,81	/	/
Š7	1,92	0,41	6,66
Š8	1,98	0,52	4,17
Š9	2,19	0,41	8,29
Š10	2,18	0,28	9,82
Š11	2,06	0,64	1,83
Š12	2,01	0,18	14,50
Š13	2,06	0,42	11,74
Š14	2,23	0,36	5,58
Š15	2,37	0,50	4,86
Š16	2,22	0,50	4,66
Š17	1,97	0,52	5,71
Š18	2,31	0,45	6,47



Slika 12. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista (lijevo) i Ravazovog indeksa (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Šember (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

U tablici 6. prikazane su vrijednosti vegetativnog potencijala vinove loze. Koncentracija N u suhoj tvari lista kreće se od minimalno 1,81% (Š6) do maksimalno 2,37% (Š15). Iz karte (vidi slika 12) vidljivo je da trsovi iz područja Š7, Š12, Š13 i Š17 iako imaju blagi deficit dušika i slabije su bujnosti postiču visoke prinose te dobru kakvoću grožđa, dok trsovi iz područja Š14, Š15 i Š16 unatoč većoj bujnosti postiču niže prinose te lošiju kakvoću grožđa. U vinogradima obitelji Šember vidljiva je i zona vinograda visokih šećera i niže koncentracije dušika, odnosno niže bujnosti (područja Š7, Š8, Š12 i Š17). Vrijednosti za masu orezane rozgve iznose od 0,28 do 0,64 kg, što ukazuje na povećanu bujnost većine trsova u promatranom vinogradu. Vrijednosti Ravazovog indeksa kreću se od minimalno 1,83 za trsove iz područja Š11 do maksimalno 14,50 za trsove iz područja Š12. Samo trsovi iz područja Š7, Š9, Š10, Š14, Š17 i Š18 pokazuju ravnotežu između generativnog i vegetativnog potencijala jer im vrijednost nije manja od 5 i ne prelazi 10, ostali trsovi su neuravnoteženi. Trsovi iz područja Š12 i Š13 su slabo bujni, a trsovi iz područja Š8, Š11, Š15 i Š16 su prebujni. Oba slučaja prikazuju negativan razvoj trsa. U istraživanjima King i sur. (2014.) analiza listova peteljki potvrdila je ozbiljno nedostatak ukupnog i nitratnog-N u slabo bujnoj vinovoj lozi, za što tvrde da doprinosi znatno nižem zdravlju vinove loze, krošnjom s manjom gustoćom lišća i ukupnom površinom lišća, te više žutog lišća. Također navode da suprotno tome, veća koncentracija N u prebujnoj vinovoj lozi rezultira pojačanim vegetativnim rastom, brojem i površinom lišća, promičući više zasjenjivanja unutar krošnja.

### 4.3. Rezultati mjerenja u vinogradima Puhelek

Tablica 7: Vrijednosti parametara kakvoće grožđa (ukupne kiseline, šećeri i pH), Kraljevina, vinogradi Puhelek – Zelinsko vinogorje, berba 17.09.2019.

UZORAK	ŠEĆERI °Oe	UK. KISELINE (g/l)	pH
P1	71	7,50	2,95
P2	72	6,40	2,99
P3	/	/	/
P4	78	7,00	3,07
P5	64	7,90	2,89
P6	/	/	/
P7	74	7,10	3,00
P8	71	7,80	2,94
P9	/	/	/
P10	76	7,90	3,02
P11	92	6,80	3,06
P12	64	8,80	2,88
P13	/	/	/
P14	78	7,70	2,90
P15	/	/	/
P16	76	10,90	2,87
P17	78	8,00	2,97
P18	82	6,50	3,04
P19	80	8,00	3,01
P20	83	8,70	2,97
P21	76	9,70	3,00
P22	75	9,50	3,01
P23	75	9,10	2,98
P24	85	7,40	3,13
P25	78	7,50	3,00
P26	/	/	/
P27	72	5,30	3,25
P28	82	7,20	3,06
P29	/	/	/
P30	97	8,20	3,04
P31	/	/	/
P32	90	9,10	3,02
P33	/	/	/
P34	65	7,70	2,85
P35	92	7,50	3,06
P36	80	10,30	3,02

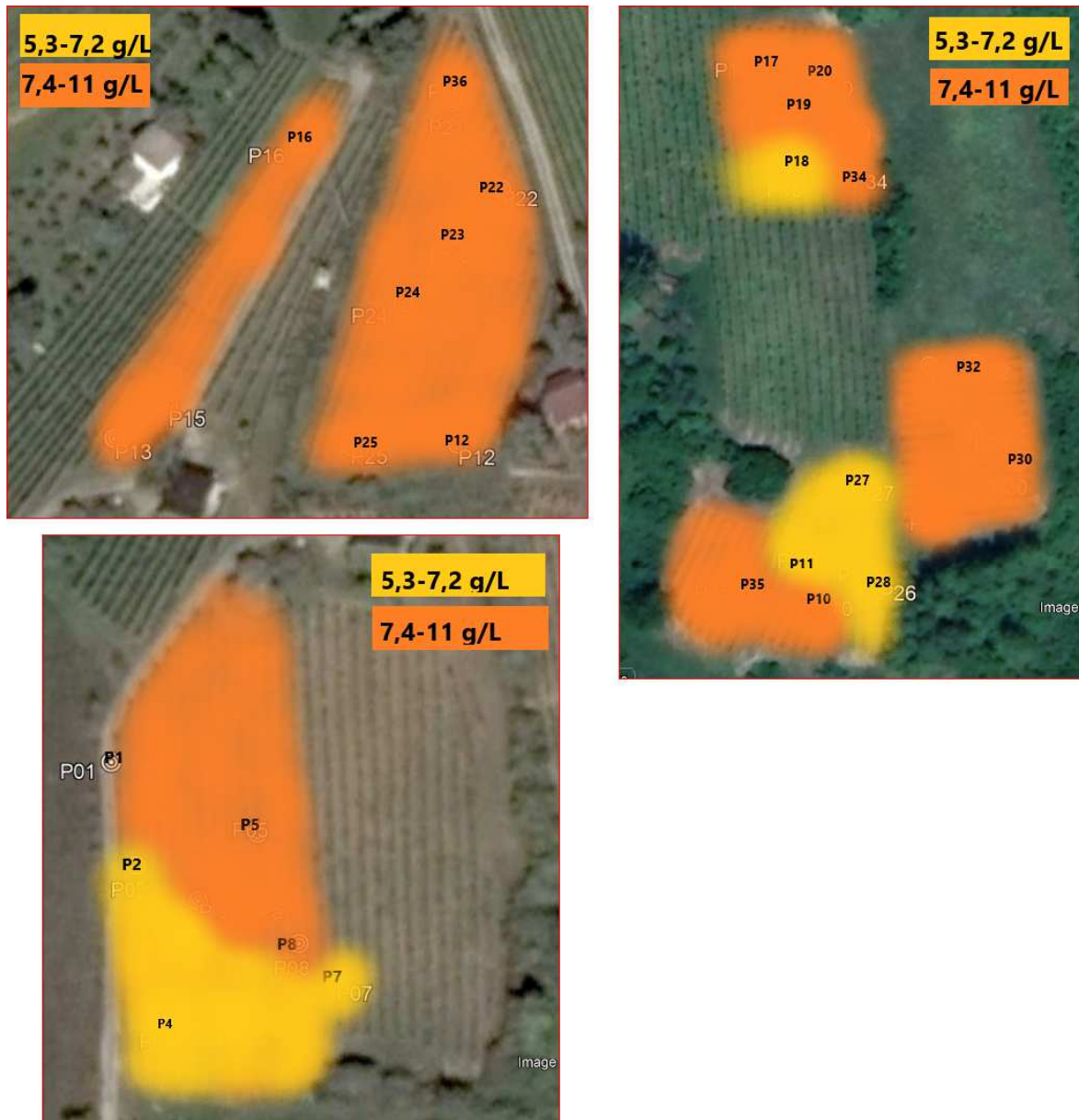


Slika 13. Karta koncentracije šećera izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Iz podataka u tablici 7. vidljivo je kako minimalna vrijednost za ukupne šećere u uzorcima mošta iznosi 64 °Oe (P5), dok maksimalna vrijednost iznosi 97 °Oe (P30). Koncentracija ukupnih kiselina u uzorcima mošta iznosi od minimalno 5,30 do maksimalno 10,90 g/l. Iz karte (vidi slika 13) vidljivo je da uzorci mošta iz područja P11, P18, P19, P20, P24, P28, P30, P32, P35 i P36 imaju veći sadržaj šećera u odnosu na uzorke mošta iz ostalih područja. Iz karte (vidi slika 14) vidljivo je da su kiseline povišene u uzorcima iz svih područja osim P2, P4, P7, P11, P18, P27 i P28, gdje je koncentracija ukupnih kiselina niža (5,3 – 7,2 g/l). Jedino zona koja obuhvaća područja P11, P18 i P28 pokazuje karakteristike zone bolje kakvoće grožđa jer uzorci mošta sa tih područja pokazuju povećani sadržaj šećera, nižu ukupnu kiselost te višu pH vrijednost. Trsovi iz ostalih područja poput P19, P20, P24, P30, P32, P35 i P36 mogli bi biti interesantni zbog visokog udjela ukupnih šećera u grožđu iako su kiseline izražene. Sukladno



tome, Johnstone (1999.) i Trought (1997.) navode kako kod mnogih vinara, varijacije u sastavu i kvaliteti grožđa mogu biti zabrinjavajuće. Tako su u istraživanjima Bramley i sur. (2005.) šećeri i pH pokazali lokalne minimume na sjeverozapadnom dijelu zemljišta i lokalne maksimume na jugoistočnom dijelu, dok je za ukupne kiseline bilo obrnuto. To je bio očekivani rezultat, jer od početka zriobe nadalje, šećeri se povećavaju u bobici dok se kiselost smanjuje. Baš kao što prinos pokazuje izraženu prostornu strukturu (Bramley i Hamilton 2004a), isto tako čine i ovi različiti indeksi kvalitete grožđa, iako s manjom razlikom između visokih i niskih vrijednosti (Baluja i sur., 2013.).



Slika 14. Karta koncentracije ukupnih kiselina izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Tablica 8: Vrijednosti parametara generativnog potencijala pokusnih trsova (broj grozdova, prosječna masa grozda te prinos po trsu), Kraljevina, vinogradi Puhelek – Zelinsko vinogorje, berba 17.09.2019.

UZORAK	BROJ GROZDOVA	PROSJEČNA MASA GROZDA (g)	PRINOS PO TRSU (kg)
P1	13	260	3,38
P2	11	260	2,82
P3	/	/	/
P4	25	200	4,95
P5	17	310	5,33
P6	/	/	/
P7	21	260	5,42
P8	22	330	7,34
P9	/	/	/
P10	15	80	1,14
P11	8	90	0,69
P12	12	260	3,13
P13	/	/	/
P14	25	260	6,38
P15	/	/	/
P16	33	160	5,14
P17	17	100	1,70
P18	12	240	2,90
P19	9	410	3,70
P20	10	140	1,36
P21	13	280	3,66
P22	14	200	2,85
P23	16	200	3,18
P24	8	240	1,93
P25	18	250	4,52
P26	/	/	/
P27	21	200	4,15
P28	2	110	0,21
P29	/	/	/
P30	10	120	1,20
P31	/	/	/
P32	7	130	0,88
P33	/	/	/
P34	21	170	3,64
P35	8	60	0,48
P36	14	310	4,31



Slika 15. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

U tablici 8. prikazani su podaci dobiveni mjerenjem parametara generativnog potencijala za sortu Kraljevina iz vinograda Puhelek. Vidljivo je da se prinos po trsu kretao od 0,21 kg (P28) do 7,14 kg (P8). Raspon u broju grozdova varira od 2 – 33, a dobivene vrijednosti za prosječnu masu grozda kreću se od minimalno 80 (P10) do maksimalno 410 g (P19). Na ukupni prinos po trsu značajno je utjecala prosječna masa grozda i broj grozdova, tako su trsovi sa manjem brojem grozdova ili manjom prosječnom masom grozda davali i niže prinose. Iz karte (vidi slika 15) vidljivo je da trsovi iz područja P1, P2, P10, P12, P17, P18, P20, P22, P23, P24, P28, P30, P32 i 35 daju niže prinose (0,4 – 3,4 kg/trs), dok su prinosi kod trsova iz ostalih područja značajno viši. Unatoč brojnim područjima kod kojih su zabilježeni niski prinosi samo nekoliko područja uz niže prinose pokazuje i grožđe bolje kakvoće. Tako se područja P18 i P28 mogu izdvojiti po svojoj izrazitoj kvaliteti grožđa (niske kiseline, visoki

šećeri i pH), područja P20, P24, P30, P32 i P35 zbog visokog sadržaja šećera unatoč relativno blagom povišenju u ukupnim kiselinama, te područje P2 kod kojeg je sadržaj šećera blago smanjen ali ostali parametri zadovoljavaju karakteristike grožđa dobre kakvoće.

Tablica 9: Vrijednosti parametara vegetativnog potencijala pokusnih trsova (N u listu, masa rozgve te ravaz indeks), Kraljevina, vinogradi Puhelek – Zelinsko vinogorje, analiza N u listu 30.08.2019., rezidba 22.01.2020.

UZORAK	N u LISTU (%)	MASA ROZGVE (kg)	RAVAZOV INDEKS
P1	1,85	0,48	7,04
P2	1,94	0,37	7,62
P3	1,97	/	/
P4	1,91	0,35	14,14
P5	2,09	0,59	9,03
P6	1,72	/	/
P7	2,16	0,98	5,53
P8	2,14	0,74	9,92
P9	2,08	/	/
P10	2,30	0,61	1,87
P11	2,17	0,38	1,82
P12	2,22	0,82	3,82
P13	2,32	/	/
P14	2,10	1,16	5,50
P15	2,08	/	/
P16	1,79	0,76	6,76
P17	2,04	0,39	4,36
P18	1,92	0,45	6,44
P19	1,97	0,42	8,81
P20	2,07	0,66	2,06
P21	2,07	0,53	6,91
P22	1,99	0,57	5,00
P23	1,97	0,87	3,66
P24	2,01	0,30	6,43
P25	1,94	1,42	3,18
P26	2,17	/	/
P27	2,09	0,78	5,32
P28	2,36	0,46	0,46
P29	1,93	/	/
P30	2,14	0,77	1,56
P31	2,17	/	/
P32	1,90	0,50	1,76
P33	2,02	/	/
P34	2,00	0,46	7,91
P35	2,06	0,40	1,20
P36	2,11	1,02	4,23



Slika 16. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Vrijednosti vegetativnog potencijala vinove loze prikazane u tablici 9. pokazuju kako je razlika u koncentraciji N u suhoj tvari lista između uzoraka srednja, a za Ravazov indeks značajno varira. Minimalna koncentracija N u listu iznosi 1,72% (P6), a maksimalna 2,36% (P28), a dobivene vrijednosti za masu orezane rozgve kreću se od minimalno 0,35 kg za trsove iz područja P4 do maksimalno 1,42 kg za trsove iz područja P25. Iz karte (vidi slika 16) vidljivo je da trsovi iz područja P1, P2, P4, P17, P18, P19, P20, P22, P23, P24, P25, P32 i P34 imaju blagi deficit dušika. Također, vidljivo je i da su trsovi iz područja P20, P32 i P35 unatoč manjku dušika u lišću pretjerano bujni. Suprotno tome, u područjima P11, P10, P28, P30 vidljivo je da je višak dušika uzrokovao pretjeranu bujnost trsova, što je i za očekivati jer poznato je da višak dušika može „spiralizirati“ vinovu lozu u pretjerano vegetativno stanje. Vinogradi obitelji Puhelek pokazali su i pojedine zone unutar vinograda (područja P18, P20,

P24, P32 i P35) koje imaju karakteristike visokih šećera, nižih prinosa, nižeg sadržaja dušika i nižeg Ravazovog indeksa. Iz karte (vidi slika 17) vidljivo je da vrijednosti Ravazovog indeksa variraju od 0,46 do 14,14. Pošto se sve vrijednosti od 5 – 10 kod Ravazovog indeksa smatraju optimalnima, možemo reći da su trsovi iz područja P1, P2, P5, P7, P8, P14, P16, P18, P19, P21, P22, P24, P27 i P34 u ravnoteži. Trsovi iz područja P4, P10, P11, P12, P17, P20, P23, P25, P28, P30, P32, P35 i P36 pokazuju neravnotežu između vegetativnog i generativnog potencijala, jedino trsovi iz područja P4 su slabobujni dok su trsovi iz ostalih područja prebujni. Unatoč nepovoljnom ravazovom indeksu mnogi trsovi postigli su niske prinose te izvrsnu kakvoću grožđa (npr. P28). Prema King i sur. (2014.) pretjerano bujne vinove loze imaju nizak indeks ravnoteže vinove loze koji je povezan s neravnotežom i uvjetima krošnje koji nisu pogodni za zrenje i sastav grožđa.

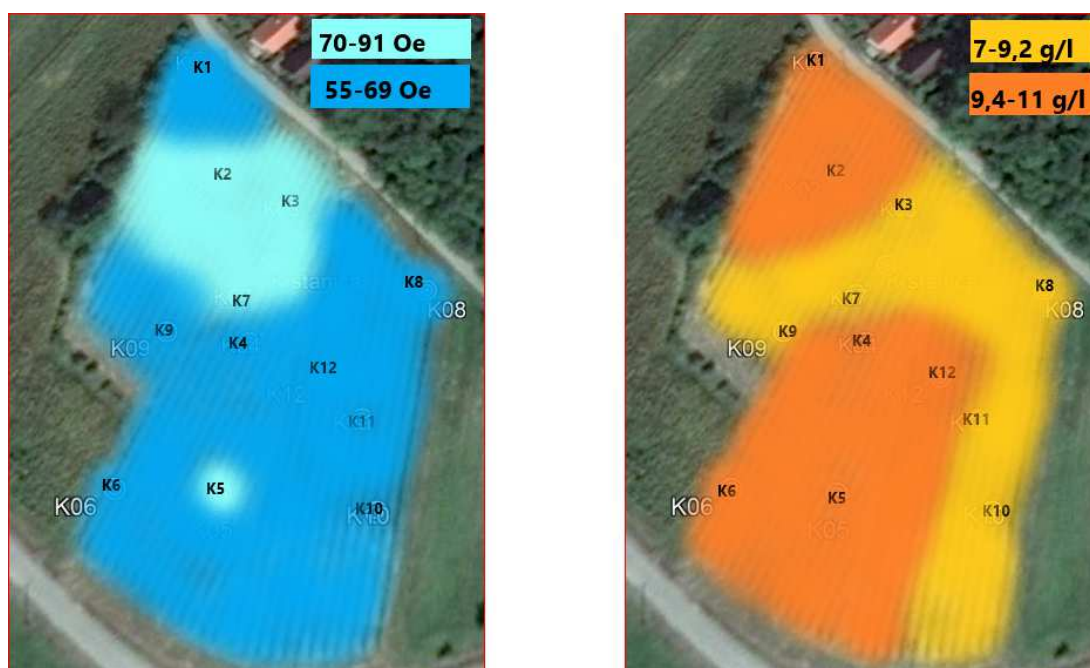


Slika 17. Karta Ravazovog indeksa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

#### 4.4. Rezultati mjerenja u vinogradima Kos

Tablica 10: Vrijednosti parametara kakvoće grožđa (ukupne kiseline, šećeri i pH), Kraljevina, vinogradi Kos – Zelinsko vinogorje, berba 17.09.2019.

UZORAK	ŠEĆERI °Oe	UK. KISELINE g/l	pH
K1	66	9,50	2,93
K2	77	9,40	3,12
K3	70	9,00	3,16
K4	52	10,01	3,07
K5	74	9,70	3,08
K6	55	10,00	2,94
K7	91	7,10	3,29
K8	68	9,00	3,13
K9	64	8,60	3,07
K10	67	9,20	2,97
K11	65	9,00	3,03
K12	60	10,10	3,00



Slika 18. Karta koncentracije šećera (lijevo) i koncentracije ukupnih kiselina (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Kos (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Iz mjerenih parametara u tablici 10. vidljivo je kako sadržaj ukupnih šećera u uzorcima mošta varira od 52 °Oe (K4) do 91 °Oe (K7), a dobivene vrijednosti za ukupne kiseline kreću se od minimalno 7,10 g/l (K4) do maksimalno 10,10 g/l (K12). Iz karte (vidi slika 18) vidljivo je da uzorci mošta iz zone koja obuhvaća područja K2, K3, K7 i K5 imaju veći sadržaj šećera, dok su ukupni šećeri kod uzoraka mošta iz ostalih područja relativno niski. Također, vidljivo je da i

svi uzorci mošta osim onih iz područja K3, K7, K8, K9, K10 i K11 pokazuju povećanu koncentraciju ukupnih kiselina (>9,4 g/l). Vrijeme u 2019. karakterizirale su blage temperature od travnja do srpnja i značajne količine oborina u svibnju, što bi mogao biti razlog povećanja ukupnih kiselina. Zbog porasta ukupnih kiselina u moštu, pH vrijednosti su se smanjivale, a izmjerene vrijednosti kreću se od minimalno 2,93 (K1) do maksimalno 3,29 (K7). Iz tablice je također vidljivo da postoji snažna sličnost u prostornoj strukturi atributa za koje se može očekivati da će se slično razlikovati (npr. pH i ukupne kiseline), što ukazuje da su u promatranom vinogradu obrasci varijacije kvalitete grožđa slijedile slične obrasce kao i za varijacije u prinosu. Zona koja obuhvaća područje K3 i K7 ističe se po kvaliteti grožđa u odnosu na ostala područja zbog relativno niskog udjela kiselina, višeg pH i većeg sadržaja šećera. Ostala područja imaju ili previsoku koncentraciju ukupnih kiselina ili premalo šećera da bi zadovoljile kriterije za zonu visoke kakvoće grožđa, odnosno zonupogodnu za proizvodnju kvalitetnih vina.

Tablica 11: Vrijednosti parametara generativnog potencijala pokusnih trsova (broj grozdova, prosječna masa grozda te prinos po trsu), Kraljevina, vinogradi Kos – Zelinsko vinogorje, berba 17.09.2019.

UZORAK	BROJ GROZDOVA	PROSJEČNA MASA GROZDA (g)	PRINOS PO TRSU (kg)
K1	12	270	3,28
K2	25	90	2,16
K3	7	390	2,70
K4	23	220	4,96
K5	12	180	2,10
K6	16	230	3,64
K7	12	100	1,24
K8	9	350	3,13
K9	13	220	2,91
K10	10	300	3,00
K11	13	320	4,20
K12	15	260	3,92

U tablici 11. prikazani su podaci dobiveni mjerenjem pojedinih parametara za sortu Kraljevina iz vinograda Kos. Iz tablice je vidljivo da je prinos po trsu varirao od minimalno 1,24 kg kod trsova iz područja K7 do 4,96 kg kod trsova iz područja K4. U istoj tablici prikazane su i vrijednosti za prosječan broj grozdova te prosječnu masu grozda po trsu, gdje je vidljivo da je broj grozdova varirao od 7 – 25, a prosječna masa grozda kretala se od minimalno 90 g za trsove u području K2 do maksimalno 390 g za trsove u području K3. Iz karte (vidi slika 19) vidljivo je da su trsovi iz područja K2, K3, K5, K7 i K9 ostvarili niže prinose, a samo trsovi iz područja K3 i K7 uz niže prinose dali su i grožđe bolje kakvoće (niske kiseline i više šećere). Trsovi iz Područja K2 i K5 blizu su ostvarenja tih kriterija jer imaju samo blago



povišenu koncentraciju ukupnih kiselina ili smanjeni sadržaj šećera. Ostala područja imaju visoke prinose, ali daleko lošiju kvalitetu grožđa (izražena kiselost i niski šećeri).

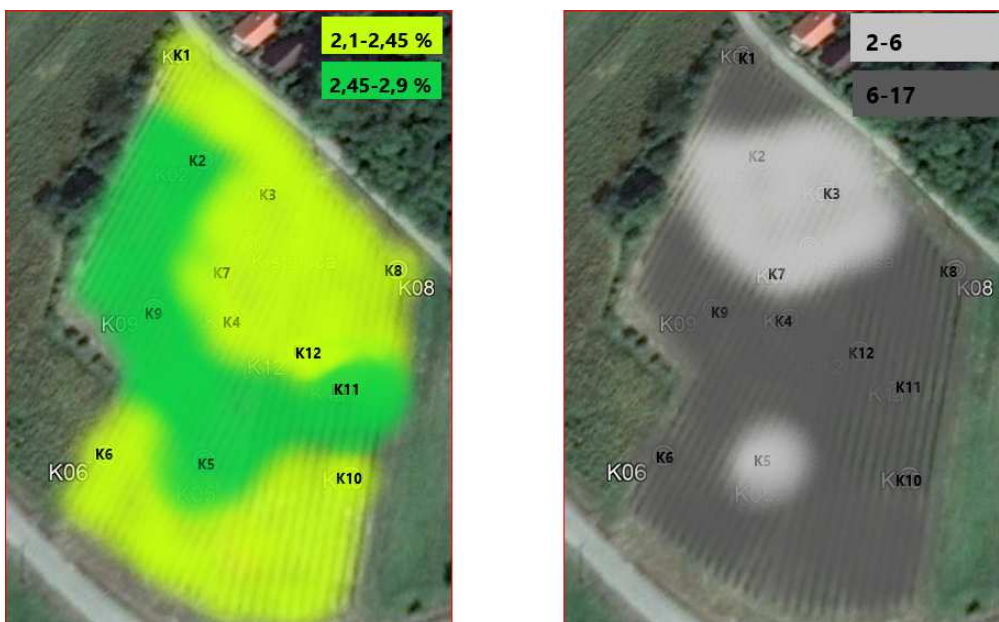


Slika 19. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Kos (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

Tablica 12: Vrijednosti parametara vegetativnog potencijala pokusnih trsova (N u listu, masa rozgve te ravaz indeks), Kraljevina, vinogradi Kos – Zelinsko vinogorje, analiza N u listu 30.08.2019., rezidba 22.01.2020.

UZORAK	N u LISTU (%)	MASA ROZGVE (kg)	RAVAZOV INDEKS
K1	2,14	0,19	17,26
K2	2,64	0,77	2,81
K3	2,44	0,53	5,09
K4	2,45	0,29	17,10
K5	2,48	0,53	3,96
K6	2,39	0,45	8,09
K7	2,34	0,44	2,82
K8	2,37	0,38	8,24
K9	2,87	0,30	9,70
K10	2,37	0,23	13,04
K11	2,62	0,48	8,75
K12	2,44	0,60	6,53

Iz dobivenih vrijednosti vegetativnog potencijala vinove loze prikazanih u tablici 12. vidljivo je kako je razlika u koncentraciji N u suhoj tvari lista između uzoraka mala, dok za Ravazov indeks izrazito varira. Minimalna koncentracija N u listu iznosi 2,14% (K1), a maksimalna koncentracija 2,87% (K9). Iz karte (vidi slika 20) vidljivo je da trsovi iz zone koja obuhvaća područja K1, K3, K4, K6, K7, K8, K10 i K12 imaju manji udio dušika u lišću, ali ne nužno i slabu bujnost ili loš Ravazov indeks. U nekim slučajevima, ni pretjerano slaba ili visoka bujnost ni loš Ravazov indeks ne pokazuju nužno loše rezultate u prinosu ili kakvoći grožđa određenog trsa. Tako su trsovi iz područja K2, K3, K5 i K7 unatoč niskom udjelu dušika u lišću te visokoj bujnosti postigli niske prinose, a s time i odličnu kakvoću grožđa. Vinogradi obitelji Kos pokazali su i zonu (područja K2, K3, K5 i K7) koju karakteriziraju viši šećeri, ali i niži prinosi te niži Ravazov indeks. Vrijednosti za masu orezane rozgve kreću se od 0,19 Kg (K1) do 0,77 kg (K2). Vrijednosti Ravazovog indeksa iznose od minimalno 2,81 za trsove u području K2 do maksimalno 17,26 za trsove u području K1. Iz toga je vidljivo da trsovi K3, K6, K8, K9, K11 i K12 imaju dobru ravnotežu, dok trsovi K1, K2, K4, K5, K7 i K10 pokazuju znakove značajne neravnoteže između generativnog i vegetativnog potencijala. Najbolji primjeri neravnoteže su trsovi poput K1 i K4 kod kojih je Ravazov indeks izrazito visoke vrijednosti (iznosi > 15), dakle izražito su slabobujni, dok su trsovi poput K2 i K7 prebujni što također ima negativan učinak na rast i razvoj vinove loze. Prema King i sur. (2014.) za vinovu lozu nije potrebno puno vode ili gnojiva, tako da vinogradar mora to imati na umu i u skladu s tim brinuti za svoje vinove loze. Isti autori također navode kako ishrana ima posebno veliki značaj u utjecaju na bujnost vinove loze na pjeskovitim tlima, jer se hraniva kratko zadržavaju u zoni korijena vinove loze.



Slika 20. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista (lijevo) i Ravazovog indeksa (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Kos (Izvor: Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja o prostornoj varijabilnosti vegetativnog i generativnog potencijala vinove loze na sortama Pinot crni i Kraljevina 2019. godine u vinogradima Tomac, Šember, Puhelek i Kos, može se zaključiti da vinova loza ima izraženu prostornu varijabilnost u prinosu, bujnosti i kakvoći grožđa. Kakvoću grožđa najbolje opisuju parametri određeni u kemijskoj analizi grožđa. Najbolji pokazatelji kakvoće grožđa su sadržaj šećera i koncentracija ukupnih kiselina u bobici za bijela vina te koncentracija antocijana, fenolnih spojeva i pH vrijednost za crna vina. Ravazov indeks najbolji je pokazatelj ravnoteže između generativnog i vegetativnog potencijala vinove loze. Ravnoteža vinove loze mjeri se pomoću vrijednosti dobivenih za mase orezane rozgve i prinosa tijekom berbe. Masa orezane rozgve u dormantnoj fazi vinove loze predstavlja bujnost vinove loze i može ukazivati na to je li vinova loza visoke, umjerene ili slabe bujnosti, dok broj grozdova i prosječna masa grozda utječu na ukupni prinos po trsu. Prinosi berbe presudni su za praćenje u usporedbi s masom orezane rozgve. Mjerenje tih parametara je potrebno je za izračunavanje opterećenja rodnosti (Ravazov indeks = masa prinosa / masa orezane rozgve). Usporedba podataka o opterećenju rodnosti tijekom različitih sezona može pomoći vinogradarima u utvrđivanju utjecaja praksi upravljanja na proizvodnju i kvalitetu grožđa.

Rezultati istraživanja ukazuju na veliku prostornu varijabilnost u prinosu i bujnosti vinove loze, dok je varijabilnost nešto manja za parametre kakvoće grožđa. Prema dobivenim vrijednostima za Ravazov indeks više od polovice promatranih trsova pokazalo je znakove neravnoteže, odnosno znakove pretjerano velike ili slabe bujnost. Vinove loze koje nisu uravnotežene imaju značajne promjene u različitim čimbenicima, a sve to može utjecati na lošiju kakvoću grožđa te smanjenje prinosa vinove loze. Vinove loze koje su izrazito bujne često imaju slabu plodnost pupova, smanjeni broj grozdova i niže prinose. Ako se njima ne upravlja na odgovarajući način, ove vinove loze mogu se „spiralizirati“ u pretjerano vegetativno stanje. S druge strane, slabo bujne loze mogu doživjeti slične posljedice kao i pretjerano bujne loze. Može se smanjiti rodnost pupova, što dovodi do smanjenih prinosa. Slabo bujne vinove loze također mogu imati smanjeno pupanje u proljeće i loš razvoj mladice zbog ograničenih rezervi za adekvatan rast u proljeće i ograničene dostupnosti ugljikohidrata tijekom vegetacijske sezone. Kao rezultat toga, mladice možda neće narasti dovoljno da podupru plod i zahtijevat će prorjeđivanje nasada kako bi se rezerve mogle napuniti ugljikom. Koncentracija šećera i ukupnih kiselina značajno je varirala u uzorcima mošta iz vinograda Puhelek i Kos. Kiseline su uglavnom bile povišene, dok su šećeri bili sniženi. Taj rezultat mogao bi biti uvjetovan sortnim svojstvom Kraljevine te uzgojem vinove loze u uvjetima kontinentalne klime u sjevernijim vinogradarskim krajevima Hrvatske. U vinogradima Pinota crnog razlika između kiselina i sadržaja šećera bila je nešto manja, iako ne zanemariva. Kiseline su također bile izraženije u odnosu na šećere. U vinogradima obitelji Tomac jasno se raspoznaju zone visoke kvalitete grožđa te manjih prinosa i bujnosti, dok su u ostalim vinogradima te zone manje izražene te se odnose većinom na šećere, prinos i dušik.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (2013). Stanje površina u Arkod sustavu i Vinogradarskom registru.
2. Archer, E. and Strauss, H.C. (1989) Effect of shading on the performance of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *South African Journal of Enology and Viticulture* 10, 74–77.
3. Arno, J., Martinez-Casasnovas, J. A., Ribes-Dasi, M., & Rosell, J. R. (2011). Clustering of grape yield maps to delineate site-specific management zones. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9, 721–729.
4. Babić, Lj, Zebec, V. & Županić, J. (1991): Taložne stijene. Hrvatski prirodoslovni muzej, Treće dopunjeno izdanje, Zagreb.
5. Baluja J., Tardaguila J., Ayestaran B., Diago P.M. (2013): Spatial variability of grape composition in a Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) vineyard over 3-year survey. *Precision Agric* (2013) 14:40-58
6. Baluja, J., Diago, M. P., Goovaerts, P., & Tardaguila, J. (2012a). Assessment of the spatial variability of grape anthocyanins using a fluorescence sensor. Relationships with vine vigour and yield. *Precision Agriculture*, 13, 457–472.
7. Bergqvist, J., Dokoozlian, N., & Ebisuda, N. (2001). Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52, 1–7.
8. Bramley R.G.V. (2005): Understanding variability in winegrape production systems 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11, 33-42, 2005.
9. Bramley R.G.V., Hamilton R.P. (2004): Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yeald over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 32-45, 2004.
10. Bramley R.G.V., Ouzman J., Boss P.K. (2011): Variation in vine vigour, grape yield and vineyard soils and topography as indicators of variation in the chemical composition of grapes, wine and wine sensory attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17, 217-229, 2011.
11. Bramley, R. G. V. (2010). Precision viticulture: Managing vineyard variability for improved quality outcomes. In A. G. Reynolds (Ed.), *Managing wine quality* (Vol. 1, pp. 445–480). Cambridge: Woodhead Publishing.
12. Bramley, R., Pearse, B. and Chamberlain, P. (2003) Being Profitable Precisely – A case study of Precision Viticulture from Margaret River. *Australian Grapegrower and Winemaker* 473a, 84–87.
13. Bramley, R.G.V. (2001) Progress in the development of precision viticulture – Variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards. In: *Precision Tools for Improving Land Management*. Eds. L.D. Currie and P. Loganathan.

- Occasional report No. 14. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North. pp 25–43.
14. Bramley, R.G.V. and Hamilton, R.P. (2004a) Understanding variability in winegrape production systems. 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 32–45.
  15. Bramley, R.G.V. and Proffitt, A.P.B. (1999): Managing variability in viticultural production. *Grapegrower and Winemaker* 427, 11–16.
  16. Bramley, R.G.V., Ouzman, J. and Boss, P.K. (2011a) Variation in vine vigour, grape yield and vineyard soils and topography as indicators of variation in the chemical composition of grapes, wine and wine sensory attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17, 217–229.
  17. Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. and Konopka, A.E. (1994) Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America, Journal* 58, 1501–1511.
  18. Cook, S.E. and Bramley, R.G.V. (1998) Precision Agriculture – Opportunities, Benefits and Pitfalls. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38, 753–763.
  19. Coombe, B. G., & Iland, P. G. (2004). Grape berry development and winegrape quality. In P. R. Dry & B. G. Coombe (Eds.), *Viticulture* (Vol. 1, pp. 210–248). Adelaide: Winetitles.
  20. Cuppitt, J. and Whelan, B.M. (2001) Determining potential withinfield crop management zones. In: *ECPA 2001 – 3rd European Conference on Precision Agriculture*. (agro Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France). Volume 1, pp. 7–12.
  21. Diker, K., Buchleiter, G.W., Farahani, H.J., Heerman, D.F. and Brodahl, M.K. (2003): Frequency analysis of yield for delineating management zones. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management*, July 14–17, 2002, Minneapolis. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
  22. Gray, J. (2006). The basis of variation in the size and composition of Shiraz berries. In D. Oag, K. DeGaris, S. Partridge, C. Dundon, M. Francis, R. Johnstone, & R. Hamilton (Eds.), 'Finishing the job'—Optimal ripening of Cabernet Sauvignon and Shiraz (pp. 30–35). Adelaide: Australian Society of Viticulture and Oenology.
  23. Green, S.R. (2008) Measurement and modelling the transpiration of fruit trees and grapevines for irrigation scheduling. Goodwin, I. and O'Connell, M.G., eds. *Proceedings of the Vth international symposium on horticultural crops (Acta Horticulturae: Mildura, Australia)* pp. 321–327.
  24. Hall, A., Lamb, D.W., Holzapfel, B. and Louis, J. (2002) Optical remote sensing applications in viticulture – a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8, 36–47.
  25. Husnjak, S. (2014.): *Sistematika tala Hrvatske*. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.

26. Jackson, D. I., & Lombard, P. B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44, 409–430.
27. Jeromel A. (2015). Interna skripta – vježbe
28. Johnstone, R.S. (1999) Vineyard variability – is it important? In: 2025 – Meeting the Technical Challenge. Proceedings of the 10th Australian Wine Industry Technical Conference. (Australian Wine Industry Technical Conference, Inc., Adelaide). pp 113–115
29. Karavla, J. (1972.): Parkovi Samobora i njihova dendrološka važnost. *Šumarski list, Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske*, 96(1-2):1-30.
30. King P.D., Smart R.E., McClellan D.J. (2014): Within-vineyard variability in vine vegetative growth, yield, and fruit and wine composition of Cabernet Sauvignon in Hawke's Bay, New Zeland. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20, 234–246, 2014.
31. Kontić K. J. (2018.): Anatomska građa vinove loze. Power point prezentacija, Agronomski fakultet u Zagrebu.
32. Krstic, M. P., Leamon, K., DeGaris, K., Whiting, J., McCarthy, M. & Clingeleffer, P. (2001). Sampling for wine grape quality parameters in the vineyard: variability and post-harvest issues. Proceedings of the 11th Australian wine industry technical conference, 7–11 October 2001, Adelaide: South Australia.
33. Lamb, D.W. and Bramley, R.G.V. (2002) Precision viticulture – tools, techniques and benefits. In: Proceedings of the 11th Australian Wine Industry Technical Conference. (Australian Wine Industry Technical Conference, Inc., Adelaide). pp. 91–97.
34. Lamb, D.W., Weedon, M.M. and Bramley, R.G.V. (2004) Using remote sensing to map grape phenolics and colour in a Cabernet Sauvignon vineyard – the impact of image resolution and vine phenology. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 46–54.
35. Lamb, D.W., Weedon, M.M., and Bramley, R.G.V. (2003). Using remote sensing to map grape phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard: timing observations against vine phenology and optimising image resolution. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 46–54
36. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I. (2008). *Vinova loza – Ampelografija, ekologija, oplemenjivanje*. Školska knjiga, Zagreb.
37. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I., Preiner D., Zdunić G., Bubola M., Stupić D., Andabaka Ž., Marković Z., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Ilijaš I., Marković D. (2015.). *Zelena knjiga HRVATSKE IZVORNE SORTE VINOVE LOZE*.
38. Matkovic, P. (1865). *Statisticki nacrt trojedne kraljevine. Obci dio izložbenog kataloga*, Zagreb.
39. Mirošević, N., Turkovic, Z. (2003). *Ampelografski atlas. Golden marketing – Tehnicka knjiga*, Zagreb 4.

40. Mirošević N., Karoglan Kontić J. (2008.). *Vinogradarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
41. Negrul, A.M. (1938.): *Classification of varieties of Vitis vinifera*, Moscow.
42. Ortega, R. A., Esser, A., & Santibañez, O. (2003). Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: Economic and environmental impacts. In J. Stafford & A. Werner (Eds.), *Proceedings of 4th European conference on precision agriculture* (pp. 499–506). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
43. Paradžik A. (2017.): *MINERALOŠKA OBILJEŽJA PANONSKIH LAPORA I PRIPADAJUĆIH TALA NA PODRUČJU IZMEĐU BAČUNA I KAŠINE, MEDVEDNICA*. Diplomski rad. Matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
44. Pierce, F.J. and Nowak, P. (1999) *Aspects of Precision Agriculture*. *Advances in Agronomy* 67, 1–85.
45. Racz, Z., Škorić, A., Mihalić, V., Tomić, F. (1977.): *Proizvodni potencijal i neka pitanja uređenja zemljišta u SR Hrvatskoj*. *Agronomski glasnik*, 39(5): 417-440.
46. Ravaz, L. 1903. *Sur la brunissure de la vigne*. *Les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 136:1276-1278.
47. Reynolds, A. G. (2010). *Viticultural and vineyard management practices and their effects on grape and wine quality*. In A. G. Reynolds (Ed.), *Managing wine quality* (Vol. 1, pp. 365-444). Cambridge: Woodhead Publishing.
48. Romheld, V. (2012.): *Diagnosis of deficiency and toxicity of nutrients*. In: Marchner, P. (Ed.). *Marchner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. UK. 299-312
49. Schreiner R.P., Lee J., Skinkis P.A. (2013.) *N, P, and K Supply to Pinot noir Grapevines: Impact on Vine Nutrient Status, Growth, Physiology, and Yield*. *American Journal of Enology and Viticulture* 64: 26-38
50. Shaulis, N. J., T. D. Jordan and J. P. Tomkins. 1966. *Cultural practices for New York vineyards*. *Cornell Extension Bulletin* 805: 33-34.
51. Smart, R.E. (1985) *Principles of grapevine canopy microclimate manipulations with implications for yield and quality*. *American Journal of Enology and Viticulture* 36, 230–239.
52. Smart, R.E. and Robinson, M. (1991) *Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management* (Winetitles: Underdale, SA, Australia).
53. Spayd, S. E., Tarara, J. M., Mee, D. L., & Ferguson, J. C. (2002). *Separation of sunlight and temperature effects on the composition of Vitis vinifera cv. Merlot berries*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 171–182.
54. Tarara, J. M., Lee, J., Spayd, S. E., & Scagel, C. F. (2008). *Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in Merlot grapes*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59, 235–247.
55. Tisseyre, B., Mazzoni, C., & Fonta, H. (2008). *Within-field temporal stability of some parameters in viticulture: Potential toward a site specific management*. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 42, 27–39.

56. Tisseyre, B., Mazzoni, C., Ardoin, N. and Clipet, C. (2001) Yield and harvest quality measurement in precision viticulture – application for a selective vintage. In: ECPA 2001 – 3rd European Conference on Precision Agriculture. (agro Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France). Volume 1. pp. 133–138.
57. Tomić K. (2019.). UTJECAJ DJELOMIČNE DEFOLIJACIJE NA MEHANIČKI I KEMIJSKI SASTAV GROŽĐA SORTE 'CABERNET SAUVIGNON ' (Vitis vinifera L.). Diplomski rad. Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
58. Trdenić M., Marković Z., Herak Ćustić M., Petek M. (2019.): Status makroelemenata u listu sorte 'Škrlet bijeli' (Vitis vinifera L.) pri različitoj gnojdbi. Izvorni znanstveni rad, glasnik zaštite bilja 63 godine.
59. Trought, M. C. T. (1997). The New Zealand terroir: Sources of variation in fruit composition in New Zealand vineyards. In: Proceedings of the 4th international symposium on cool climate enology and viticulture (pp. 23–27). New York: State Agricultural Experiment Station.
60. Trought, M. C. T., & Bramley, R. G. V. (2011). Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: Characterising spatial and temporal changes in fruit composition and juice quality in the vineyard. Australian Journal of Grape and Wine Research, 17, 79–89.
61. Trummer, F.X. (1848). Izvestje. List mesecni horvatsko-slavonskoga gospodarskog društva 4: 1-16.
62. Trummer, F.X. (1854). Pregled felah vinove loze koje se nahode u Hrvatskoj. Gospodarske novine 2 (35): 162.
63. Turkovic, Z. (1952). Ampelografski atlas. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
64. Vlaović S. (2018.). PSEUDOGLEJNA TLA SLAVONIJE I BARANJE . Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
65. Vukadinović, V. (2018.): Zemljišni resursi, e-knjiga, Osijek

### Internetske stranice:

1. Analiza vina <http://www.vinogradarstvo.com/preporuke-i-aktualni-savjeti/aktualni-savjeti-vinarstvo/za-one-koji-zele-znati-nesto-vise/416-analiza-vina>, pristupljeno 14.7.2020. u 10:40
2. Automorfna tla III – Pedologija, microsoft prezentacija dr.sc. Vesna Vukadinović [http://pedologija.com.hr/Literatura/Pedogeneza/Automorfna\\_III.pdf](http://pedologija.com.hr/Literatura/Pedogeneza/Automorfna_III.pdf), pristupljeno 6.7.2020. u 13:39
3. Basic Concept of Vine Balance, Patty Skinkis, Oregon State University (June 20, 2019 by grapes) <https://grapes.extension.org/basic-concept-of-vine-balance/> pristupljeno 26.6.2020 u 15:11
4. Klasifikacija tala Hrvatske <http://os-akanizlica-pozega.skole.hr/upload/os-akanizlica-pozega/images/static3/3017/File/KLASIFIKACIJA%20TALA%20HRVATSKE.pdf>, posjećeno 6.7. 2020. U 13:20



5. Lapor – Wikipedija <https://hr.wikipedia.org/wiki/Lapor>, pristupljeno 6.7.2020. u 17:39
6. Pinot crni - vinopedia [http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=pinot\\_crni](http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=pinot_crni), pristupljeno 12.7.2020. u 11:37.
7. Pinot noir - luris <http://iuriswinery.com/vino/pinot-noir>, pristupljeno 12.7.2020. u 11:52.
8. Plešivica (Vinogradarska podregija u Hrvatskoj) [https://hr.wikipedia.org/wiki/Ple%C5%A1ivica\\_\(vinogradarska\\_podregija\\_u\\_Hrvatskoj\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ple%C5%A1ivica_(vinogradarska_podregija_u_Hrvatskoj)), pristupljeno 5.7. 2020. U 12:07
9. Prigorje-Bilogora Vinopedia <http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=Prigorje-Bilogora>, pristupljeno 8.7.2020. u 15:15
10. Rad sa refraktometrom [http://pinova.hr/hr\\_HR/katalog-proizvoda/mjerni-instrumenti/instrumenti-za-odredivanje-stupnja-zrelosti-voca-i-povrca/refraktometri/rad-sa-refraktometrom](http://pinova.hr/hr_HR/katalog-proizvoda/mjerni-instrumenti/instrumenti-za-odredivanje-stupnja-zrelosti-voca-i-povrca/refraktometri/rad-sa-refraktometrom), pristupljeno 14.7.2020. u 11:33
11. Refraktometar wiki <https://hr.wikipedia.org/wiki/Refraktometar>, pristupljeno 14.7. u 11:15
12. The 7 best Pinot Noir Regions in the World <https://winefolly.com/tips/pinot-noir-regions/>, pristupljeno 12.7.2020. u 12:29.
13. Tomac Iće&Piće <https://www.iceipice.hr/hr/clanak/tomac> , pristupljeno 5.7.2020. u 11:00
14. Vina Kos <https://www.vina-kos.hr/povijest>, pristupljeno 8.7.2020. u 17:35
15. Vinarija Puhelek <https://www.crogourmet365.hr/ugostitelji/proizvodjaci/vinarija-puhelek-purek-53>, pristupljeno 8.7.2020. u 17:35
16. Vinarija Šember Jasterbarsko <http://www.sember.hr/o-nama>, pristupljeno 5.7.2020. u 13:25
17. Vino Tomac & Bajda <https://www.vino-tomac-bajda.com/nasi-vinogradi/>, pristupljeno 5.7.2020. u 11:30
18. Vinova loza (Vitis vinifera) <https://www.plantea.com.hr/vinova-loza/> - pristupljeno 4.7.2020 u 9:38
19. Zdenko Šember Iće&Piće <https://www.iceipice.hr/hr/clanak/zdenko-sember>, pristupljeno 5.7. 2020. U 13:34

## 7. POPIS SLIKA

1. Sorta Pinot crni. Izvor: [http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=pinot\\_crni](http://vinopedia.hr/wiki/index.php?title=pinot_crni)
2. Sorta Kraljevina. Izvor: <http://www.centerizobrazbe.com/Kraljevina.php>
3. Vinogradi Tomac. Izvor: <https://www.iceipice.hr/hr/clanak/tomac>
4. Vinogradi Šember. Izvor: <http://www.sember.hr/galerija/galerija-129>
5. Vinogradi Kos. Izvor: <https://www.okusi.hr/okusi-zagrebackog-kraja/partneri/item/160-izletiste-vina-kos-juriscic.html>
6. Refraktometar. Izvor: Autor Fernando G. (FGM) - Vlastito djelo postavljača, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=796166>
7. Karta sadržaja šećera (lijevo) i karta koncentracije ukupnih kiselina (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Tomac (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
8. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Tomac (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
9. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista (lijevo) i ravazovog indeksa (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Tomac (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
10. Karta sadržaja šećera (lijevo) i koncentracije ukupnih kiselina (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Šember (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
11. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Šember (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
12. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista (lijevo) i ravazovog indeksa (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Šember (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
13. Karta sadržaja šećera izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
14. Slika 14. Karta koncentracije ukupnih kiselina izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
15. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
16. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
17. Karta ravazovog indeksa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Puhelek (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
18. Karta sadržaja šećera (lijevo) i koncentracije ukupnih kiselina (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Kos (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

19. Karta ukupnih prinosa izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Kos (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)
20. Karta sadržaja N u suhoj tvari lista (lijevo) i ravazovog indeksa (desno) izrađena prema rezultatima mjerenja za svaku pojedinu zonu vinograda Kos (Izvor: Agronomski fakultet, zavod za vinogradarstvo i vinarstvo)

## 8. ŽIVOTOPIS

Student Šimun Topić rođen je 27. studenog 1990. godine u Zagrebu. Živi u Zaprešiću gdje je i pohađao osnovnu školu OŠ Ljudevita Gaja. Srednju školu pohađao je u Zagrebu, Strojarsko Tehnička škola Frana Bošnjakovića od 2005-2009. godine gdje je i maturirao. Nakon mature upisao je preddiplomski studij na Strojarskom fakultetu u Slavonskom Brodu, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku od kojega brzo odustaje. Godine 2015. Upisuje preddiplomski studij Hortikulture na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Za vrijeme studija student je stjecao radno iskustvo u skladištu Atlantic Trade d.o.o., te povremeno radio na lokalnim izborima u Zaprešiću. Godine 2018. Upisuje diplomski studij Vinogradarstvo i vinarstvo na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kojeg i završava 2020. godine. Student je kroz cjelokupno obrazovanje stekao dobro razumijevanje, govor i pisanje engleskog jezika. Kroz studij stekao je razne timske i komunikacijske vještine kroz razne grupne izrade seminara, te njihovih izlaganja u obliku power point prezentacija. Student je tijekom studija stekao i odlično poznavanje rada u programima Microsoft Office-a.