

# Određivanje kemijske kakvoće procjedne vode i vode površinskog otjecanja vinogradskog padinskog tla

---

**Rakipović, Sena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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:204:388750>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-20**



*Repository / Repozitorij:*

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





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **ODREĐIVANJE KEMIJSKE KAKVOĆE PROCJEDNE VODE I VODE POVRŠINSKOG OTJECANJA VINOGRADSKOG PADINSKOG TLA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Sena Rakipović**

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Agroekologija - Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi

# **ODREĐIVANJE KEMIJSKE KAKVOĆE PROCJEDNE VODE I VODE POVRŠINSKOG OTJECANJA VINOGRADSKOG PADINSKOG TLA**

**DIPLOMSKI RAD**

Sena Rakipović

**Mentor:**

doc. dr. sc. Lana Filipović

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## **IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Sena Rakipović**, JMBAG 1003121905, rođena 14.03.1996. u Osijeku, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

### **ODREĐIVANJE KEMIJSKE KAKVOĆE PROCJEDNE VODE I VODE POVRŠINSKOG OTJECANJAVINOGRADSKOG PADINSKOG TLA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica 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 s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

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

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Sene Rakipović**, JMBAG 1003121905, naslova

### ODREĐIVANJE KEMIJSKE KAKVOĆE PROCJEDNE VODE I VODE POVRŠINSKOG OTJECANJA VINOGRADSKOG PADINSKOG TLA

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

Povjerenstvo:

potpisi:

- |    |                              |        |       |
|----|------------------------------|--------|-------|
| 1. | doc. dr. sc. Lana Filipović  | mentor | _____ |
| 2. | doc. dr. sc. Igor Bogunović  | član   | _____ |
| 3. | doc. dr. sc. Vilim Filipović | član   | _____ |

## **Zahvala**

Mentorici doc. dr. sc. Lani Filipović na ukazanoj prilici, stručnom vodstvu, susretljivosti, korisnim savjetima i nesebičnoj pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se članovima komisije doc. dr. sc. Igoru Bogunoviću i doc. dr. sc. Vilimu Filipoviću na uloženom trudu u čitanju ovog rada.

Hvala mojoj obitelji koja mi je uvijek bila velika podrška, vjetar u leđa i oslonac tijekom studiranja. Hvala svim mojim prijateljima koji su bili uz mene i uljepšali ove studentske dane. Posebna zahvala Filipu.

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Uzgoj vinove loze .....	2
2.1.1. Podloge, gnojidba i zaštita vinove loze .....	7
2.2. Izbor položaja za vinograd.....	10
2.3. Značajke vinogradskog tla .....	11
2.4. Voda u tlu .....	13
2.4.1. Procjedna voda.....	14
2.4.1.1. Kakvoća procjedne vode .....	16
2.4.2. Voda površinskog otjecanja.....	17
2.4.2.1. Kakvoća vode površinskog otjecanja .....	17
2.4.2.2. Erozija vodom.....	18
3. MATERIJALI I METODE.....	22
3.1. Područje istraživanja .....	22
3.2. Instalacija sustava za površinsko otjecanje.....	22
3.3. Prikupljanje uzoraka procjedne vode i vode površinskog otjecanja .....	25
3.4. Određivanje kakvoće procjedne vode i vode površinskog otjecanja .....	26
3.5. Statistička obrada podataka .....	27
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	28
5. Zaključak.....	35
6. Popis literature .....	36
7. ŽIVOTOPIS .....	39

## **Sažetak**

Diplomskog rada studentice **Sene Rakipović**, naslova

### **ODREĐIVANJE KEMIJSKE KAKVOĆE PROCJEDNE VODE I VODE POVRŠINSKOG OTJECANJA VINOGRADSKOG PADINSKOG TLA**

Neodgovarajuća poljoprivredna praksa narušava ekološku ravnotežu vinogradskih tala te dovodi do promjene u kakvoći procjedne vode i vode površinskog otjecanja. Cilj rada bio je odrediti kakvoću procjedne vode i vode površinskog otjecanja vinogradskog padinskog tla (pseudoglej obronačni) na pokušalištu Jazbina. Određivali su se pokazatelji kemijske kakvoće procjedne vode i vode površinskog otjecanja. Uzorci su prikupljeni jednom mjesečno, u razdoblju od 30. ožujka do 28. svibnja 2021. godine (ukupno 45 uzoraka). Utvrđeno je kako se koncentracije klorida, kalija i natrija u procjednoj vodi razlikuju s obzirom na položaj lizimetra na padini (vrh, sredina i dno padine), dok nije utvrđena značajna razlika u koncentracijama iona u vodi površinskog otjecanja s obzirom na položaj sustava za prikupljanje površinskog otjecanja na dnu padine (lijevo, sredina i desno). Podaci ukazuju na to da se koncentracije iona u procjednoj vodi mogu razlikovati s obzirom na poziciju lizimetra na padini.

**Ključne riječi:** vinogradsko tlo, lizimetar, voda površinskog otjecanja, kakvoća vode



## Summary

Of the master's thesis – student **Sena Rakipović**, entitled

### **CHEMICAL QUALITY OF LEACHATE AND SURFACE RUNOFF WATER FROM SLOPED VINEYARD SOIL**

The ecological balance of vineyard soils is disturbed by inadequate agricultural practices, affecting the quality of leachate and surface runoff water. The aim of study was to determine the quality of the leachate and surface runoff water from sloped vineyard soil (hillslope stagnosol) at the Jazbina experimental station. The chemical quality of leachate and surface runoff water was determined. Samples were collected once a month, from March 30<sup>th</sup> until May 28<sup>th</sup>, 2021 (total of 45 samples). Data showed significant difference in chloride, potassium, and sodium leachate concentration in regard to lysimeter position on the slope (top, middle and bottom of the slope), while no significant difference was found for ion concentrations in surface runoff water in regard to the position of the surface runoff collecting system at the bottom of the slope (left, middle and right position). Data show that ion concentrations in leachate may differ according to the lysimeter position on the slope.

**Keywords:** vineyard soil, lysimeter, surface runoff water, water quality

# 1. UVOD

Onečišćenje procjednih voda i voda površinskog otjecanja sve je češće zbog industrijskih i poljoprivrednih aktivnosti. Voda je jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs koji je prisutan u ograničenim količinama. Prostorno i vremenski je raspoređen neravnomjerno (Šikić, 2016.). Prirodni vodni resursi sve su više izloženi onečišćenjima. Razlog tomu je što je voda potrebna svim oblicima života na Zemlji. Tu spadaju ekosustavi, društva i gospodarstva. Sama činjenica da se voda koristi u gotovo svim oblicima života na Zemlji daje zaključiti da je onečišćenje voda vrlo lako prisutno. Kako bi se onečišćenja prirodnih vodnih resursa identificirala potrebno je vršiti monitoring. Postoje strategije za zaštitu vodnih resursa gdje se prati kakvoća vode. Kakvoćom vode prate se različiti parametri koji utječu na onečišćenje voda. Kakvoća procjedne vode i vode površinskog otjecanja odražava kakvoću okoliša u vinogradu te je stoga važna za ovo istraživanje, a samo onečišćenje može biti uzrokovano načinom na koji se tlo tretira. Zbog unosa gnojiva i pesticida na površinu tla, može doći do njihovog ispiranja do podzemne vode. Kretanjem vode kreću se i onečišćivači te dolaze do ostalih ekosustava. Slobodna voda koja nastaje kao posljedica popunjenih pora vodom koje se nalaze u tlu naziva se gravitacijska, odnosno procjedna voda. Procjedna voda postaje onečišćena onda kada se u tlo unesu prevelike količine elemenata i spojeva koji imaju štetan učinak. Najčešće je riječ o nitratima koji u tlo ulaze putem gnojidbe i u humidnim mjesecima dolaze do procjednih voda te prodiru u dublje slojeve zemlje. Osim nitrata štetan učinak na procjedne vode ima fosfor koji može uzrokovati eutrofikaciju koja dovodi do narušavanja ekološke ravnoteže. Uz nitrata i fosfor ekološku ravnotežu ugrožavaju i prevelike količine pesticida koje se najčešće unose u tlo djelovanjem čovjeka. Najčešće djelatnosti kojima ljudi dovode do onečišćenja tla i voda koje se nalaze u tlu su poljoprivredne djelatnosti. Ukoliko je tlo prezasićeno vodom u toj mjeri da su i makropore koje su inače popunjene zrakom, popunjene vodom nastaju vode površinskog otjecanja. Riječ je o vodama koje se ne mogu infiltrirati u tlo zato što je ono prezasićeno vodom u tolikoj mjeri da se vode površinskog otjecanja pojavljuju na površini tla gdje mogu stagnirati kraći ili dulji period. Onečišćenja površinskih voda također su posljedica poljoprivrednih praksi ishrane i zaštite bilja. Pesticidi se vežu za aktivne tvari i na taj način ugrožavaju zdravlje vodenih organizama. Imaju sposobnost da im mogu mijenjati metaboličke procese ili ih dovesti do smrti. Svi ovi oblici onečišćenja utječu na kakvoću procjednih i površinskih voda koje imaju utjecaj na rast i razvoj površinskih voda.

## 1.1. Cilj istraživanja

Cilj rada je odrediti kakvoću procjedne vode i vode površinskog otjecanja u uzorcima uzetim iz lizimetara postavljenim na vrhu, sredini i dnu padine, odnosno uzorcima uzetim iz sustava za površinsko otjecanje postavljenim lijevo, na sredini i desno na dnu padine na pokušalištu Jazbina.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Uzgoj vinove loze

Uzgoj vinove loze i korištenje njenih plodova i proizvoda seže još u prapovijesno doba. Najraniji zapisi o vinogradarstvu vežu se s godinama od 5000 do 5400 godina prije Krista, a 4000 godina prije Krista se smatralo da je uzgoj vinove loze bio prisutan u Mezopotamiji, Siriji i Egiptu. Vino se smatralo povlaštenim pićem faraona, svećenstva i plemstva. Hamurabijev zakon je zakon koji je nastao oko 1700. godina prije Krista u Babilonu i predstavlja jedan od najstarijih zapisa u obliku zakona. U njemu se nalazi tematika i propisi vezani za vinogradarstvo. Smatra se da je iz Egipta vinogradarstvo došlo do antičke Grčke odakle se dalje širilo i razvijalo prema zapadu, iako postoji sve više zapisa o tome da su stari Etruščani, koji su se nalazili na području današnje središnje Italije, i Iliri na prostorima današnje Hrvatske, poznavali uzgoj vinove loze u doba prije njihove kolonizacije.

Vinovoj lozi kao kulturi za dobar i kvalitetan prinos potrebna je dobra opskrbljenost vodom te pristup biogenim elementima. Kako bi se ti uvjeti zadovoljili potrebna je primjena pravilne vinogradarske prakse (Matković i sur., 2016.). U današnje vrijeme se vinova loza uzgaja kao monokultura. Vinova loza uzgaja se uskim međuredom. Većina radova odvija se mehanizacijom, a međuredni prostor zbog česte frekvencije prohoda mehanizacijom bivaju često zbijeni. Također, postoji opasnost od erozije koja se javlja na nagnutim dijelovima. Kako bi u tlu bili povoljni uvjeti za rast i razvoj vinove loze potrebna je redovita i pravilna obrada tla te gnojidba organskim gnojivom. Prilikom obrade vinogradarskog tla potrebno je obratiti pozornost na korijenov sustav. Korijenov sustav zauzima tri sloja u tlima: gornji sloj koji se još naziva zaštitnički sloj, srednji sloj i duboki sloj, drugog naziva pričuvni sloj (Mirošević i sur., 2008.). Gornji sloj služi kao zaštita drugim slojevima koji se nalaze ispod njega i njemu najčešće nema korijenja. Srednji sloj je sloj gdje se nalazi najveća količina korijenovog sustava i najčešće je to mjesto najpovoljnije za primanje hranjiva. Duboki sloj u sebi sadrži vrlo malo korijenovog sustava te je najviše zaslužan za vodoopskrbu. Neke od najznačajnijih vinogradarski praksi su mehanička obrada, zatravljivanje, malčiranje, gnojidba, navodnjavanje (Mirošević i sur., 2008.).

Mehanička obrada vinogradarskog tla potrebna je kako bi vinova loza mogla rasti i razvijati se. Agrotehničke mjere mogu se odrađivati u sva četiri godišnja doba; u zimu ili jesen, proljeće ili ljeto. U jesen se obrada odrađuje nakon berbe grožđa. Prvo se rahli radi popravka strukture i uklanjanja slabo-propusnih podhorizontata, a pozitivno utječe i na strukturu tla te omogućuje bolji protok vode u tlo. Obrada u proljeće služi kao dodatak za obradu provedenu tijekom jeseni. Za razliku od jesenske dublje obrade, u proljeće se provodi plića obrada kako bi se poravnao i prorahlio površinski sloj tla (Slika 2.1.1). Ljetna obrada služi očuvanju vlage u tlu na način da se uklanja prisutan korov. Uklanjanje korova obavlja se pomoću freza ili tanjurača (Mirošević i sur., 2008.).



Slika 2.1.1. Proljetna obrada tla u vinogradu kultiviranjem.

Izvor: Mirošević N. (2008.)

Osim redovite obrade vinogradari često koriste i zatravljivanje tla (Slika 2.1.2). Zatravljivanje je tehnika koja se razvila još u doba Rimljana. Zatravljivanje je popravna radnja pomoću koje se čuvaju i poboljšavaju prirodne plodnosti tla. Zatravljivanjem se povećava sadržaj organske tvari. Povećanjem sadržaja organskih tvari, povećava se brojnost mikroorganizama, a oni su potrebni za kruženje biogenih elemenata. Zbog njih nastaje humus, što je bitno za ishranu vinove loze. Ukoliko se zatravljivanje radi pomoću leguminoza povećava se količina dušika u tlu jer su leguminoze u simbiozi s bakterijama koje fiksiraju dušik iz zraka. Ako se vinogradi nalaze na brdovitim dijelovima ono pomaže u sprječavanju erozije tla. Naime, gusto korijenje uzrokuje bolju penetraciju oborinskih voda u tlo i usporava im tok što ujedno smanjuje eroziju tla. Uz to zatravljivanje služi za sprječavanje zbijanja tla jer travnjaci amortiziraju osovinsko opterećenje mehanizacije. Osim pozitivnih strana zatravljivanja postoje i negativne. Naime, travnatim površinama potrebne su velike količine vode što u nepovoljnim uvjetima bez vode znači da su travnate površine konkurencija vinovoj lozi. Kako za vodu, zatravljena područja konkuriraju vinovoj lozi kada je riječ o hranjivima. Uz to, zatravljena područja privlače glodavce koji šteti vinogradu. Travnata područja smanjuju količinu sunčeve energije koja je zaslužna za zagrijavanje tla što može dovesti do pojave mraza tijekom kasnog proljetnog razdoblja ili ranog jesenskog razdoblja (Mirošević i sur., 2008.).





Slika 2.1.2. Zatravljanje vinograda

Izvor: Medved I. (2018.)

<https://www.agroportal.hr/vinogradarstvo/> (Pristupljeno 18. srpnja 2021.)

Uz zatravljanje, malčiranje je biološki način uzdržavanja tla. Malčiranje se još naziva zastiranje. Ono predstavlja prekrivanje tla vinograda organskim materijalom. Pogodno je za područja koja su suha i lakša jer malč ne troši vlagu već povećava njezino usvajanje te sprječava isparavanje iz tla. Dobra stvar je da se na malčiranim tlima reducira broj korova zato što prekrivanjem gube sunčevu svjetlost i smanjen im je protok zraka. Kao i kod zatravljanja, kod malčiranja je manja mogućnost pojave erozije tla. Problemi nastaju ukoliko se dogodi požar u vinogradu zbog materija koje se nanose na tlo prilikom malčiranja. Najčešće se radi o slami koja lako gori.

Kako bi vinova loza mogla nastaviti svoj rast i razvoj uz sve navedene vinogradarske prakse potrebna joj je dovoljna količina biljnih hraniva. Za početak, potrebno je utvrditi o kojim se količinama radi. Količine koje su potrebne na godišnjoj razini ovise o tome koliko se hranjiva iznese prinomom. Godišnje potrebne količine određuju se kemijskom analizom tla i lišća, višegodišnjim gnojidbenim pokusima, temeljem općeg stanja nasada i rodosti unutar nekoliko godina. Folijarna dijagnostika, odnosno kemijska analiza tla i lišća pokazuje stanje zaliha hraniva u biljci ili tlu. Svaki vinograd je jedinstven stoga ne postoje pravila koja se mogu primijeniti na sve vinograde te očekivati identične rezultate. Hranidba loze temeljena je na kemijskom sastavu trsa za vrijeme njegovog životnog ciklusa rasta i razvoja te znanju o metaboličkim procesima koji utječu na koncentracije iona hraniva u trsu. Putem korijena prima potrebne otopljene mineralne tvari, a putem lišća prima plinove, ugljični dioksid i kisik. Najveći dio hranjiva vinova loza koristi prilikom rasta, razvoja te oblikovanja grožđa. Neke računice

govore kako loza u godinu dana iznese oko 40 – 150 kg dušika, 10 – 60 kg fosfora te 40 – 200 kg kalija ukoliko je urod grožđa 10 tona. Znači da se gnojidbom treba unijeti oko 120 kg dušika, 100 kg fosfora te oko 170 kg kalija ukoliko je prirod 10 t grožđa na godišnjoj razini. Osnovna gnojidba se najčešće obavlja u jesen gdje se unose složena NPK gnojiva dubokom obradom. Prihrana se obavlja dva puta, na samom početku vegetacije i nakon cvatnje. Za vrijeme vegetacije dodaju se dušična gnojiva. Kada je riječ o osnovnoj gnojidbi ona može ići u kombinaciji sa stajskim gnojem, otprilike svake četiri godine.

Vrste gnojiva koje se koriste u vinogradima dijele se na mineralna gnojiva i organska gnojiva. Mineralna gnojiva mogu biti pojedinačna ili složena. Ako je riječ o složenim mineralnim gnojivima ona mogu biti dvostruka, trostruka ili višestruka. Ona mineralna gnojiva koja dolaze zasebno su dušična, fosforna i kalijeva gnojiva. Organska gnojiva su pogodna za sve vrste tala. Vrste organskih gnojiva su: stajski gnoj, gnojovka, gnojnica, kompost, treset, odnosno tu spadaju gotovo svi životinjski i biljni otpaci. Kao dopuna osnovnim gnojivima postoje dopunska. Tu su za primjer lisna – folijarna gnojiva gdje su baza dopune mikroelementi.

Vinova loza najčešće se gnoji mineralnim i organskim gnojivima. Mineralna gnojiva dolaze kao samostalna ili grupirana, odnosno složena. Ukoliko se radi o pojedinačnim gnojivima za gnojidbu u vinogradarstvu se koriste dušična, fosforna i kalijeva gnojiva. Dušična gnojiva dijele se na KAN, ureu i amonijski sulfat. KAN je kalcijско – amonijski nitrat i on sadrži 17 % dušika, gdje nitratni oblik djeluje brzo, a amonijski oblik ima sporo djelovanje. Pogodan je za prihranu vinove loze u vrijeme vegetacije. Urea se još naziva karbamid i sadrži 46 % dušika u amidnom obliku. Kako bi vinova loza mogla usvojiti ovo hranivo, potrebna je pretvorba iz amonijskog oblika do nitratnog i zato cijeli proces traje duže. Urea služi za prihranu i pogodno ju je koristiti u vrijeme prije cvatnje. Uz ureu i KAN koristi se amonijski sulfat koji sadrži 21 % dušika u amonijskom obliku. Pogodan je za korištenje na vapnenim tlima u vrijeme vegetacije. Fosforna gnojiva su superfosfat, tripleks i Tomasova drozga. Superfosfat u sebi ima 16 – 18 % fosfora koji je topiv u vodi,  $P_2O_5$ . Tripleks sadrži 45 %  $P_2O_5$ . Tomasova drozga ima 10 – 16 %  $P_2O_5$  gdje je fosfor u obliku pirofosfata. Kalijeva gnojiva su kalijev sulfat i kalijeva sol. Kalijev sulfat sadrži 50 % kalija koji je vezan na sulfatni ion i kao takav je pogodniji za vinovu lozu od kalijeve soli koja sadrži oko 60% kalija i pogodna je za gnojidbu u jesen. Ukoliko se ova pojedinačna gnojiva spoje, nastaju složena gnojiva koja su uglavnom dvojna (PK) ili trojna (NPK). Složena gnojiva dolaze u različitim omjerima dušika, fosfora i kalija, ovisno o potrebama vinove loze. Organska gnojiva dolaze u obliku stajskog gnoja, gnojovke, gnojnice, komposta, treseta i ostalih biljnih i životinjskih otpadaka. Najčešće stajski gnoj sadrži oko 75 % vode, 10 % suhe tvari, 1,5 % mineralne tvari i 5% ostalih tvari. Jesen je najbolje godišnje doba za gnojenje stajskim gnojivom po cijelim površinama vinograda. Kompost ima 0,35 % dušika, 0,20 % fosfora, 0,25 % kalija i oko 2 % kalija. Uz stajski gnoj, kompost ima veliku primjenu u vinogradarstvu. Zelena gnojidba i lisna – folijarna gnojiva služe kao prihrana u vinogradarstvu (Kantoci, 2008.)

Uz organsku i mineralnu postoji i zelena gnojidba. Zelena gnojidba se odnosi na gnojidbu putem koje se unosi zelena biljna masa posebno posijanih kultura u tlo putem zaoravanja. Kako se biljna zelena masa razgrađuje pozitivno utječe na plodnost tla, aktivnost mikroorganizama i može nadomjestiti organske tvari koji se inače unose organskom gnojidbom.

Vinova loza s obzirom na različite tipove tala, klime i ostalih čimbenika ima različita svojstva. Inače pripada mezofitnim biljkama, što znači da živi u području umjerene klime na tlima koja imaju dovoljne količine vlage. Ukoliko se nalazi na sušnim područjima preuzima kserofilno svojstvo kao odgovor na stresne uvjete. Iako je to tako, navodnjavanje je vrlo bitno prilikom uzgoja vinove loze. Postoji nekoliko načina navodnjavanja vinograda, primjerice otvorenim brazdama (ukoliko se ne radi o nagibu terena), cijelom površinom vinograda ili sustavom „kap po kap“ - sustavom podzemnih kapaljki. Otvorene brazde se prave u sredini međureda u vinogradu i one su duboke do 25 cm, a širine 2,3 brazde. Takav način navodnjavanja pogodan je za ravničarske prostore. Navodnjavanje na cijeloj površini je tip navodnjavanja kada se voda pusti po vinogradu bez da se usmjeri. Loša strana ovog načina navodnjavanja je velika potrošnja vode. Sustav „kap po kap“ potrebno je instalirati, ali na način da su cijevi pričvršćene za naslon u vinogradu na visini prve žice. Dobra strana je da se može nadzirati količina dodane vode po jedinici površine. Jedini problem kod ovog tipa navodnjavanja je tvrda voda koja dovodi do nakupljanja kalcija koji zatvara mlaznice. Osim navedenih sustava postoji i sustav podzemnih kapaljki za koji se tvrdi da je najbolji način navodnjavanja. Kod ovog načina navodnjavanja u zonu rizosfere se ukopaju perforirane cijevi što dovodi do najvećeg iskorištavanja vode iz tla. Takvi sustavi nisu predviđeni za teška tla, ali zato su odlični za pjeskovita tla. Problem kod ovog navodnjavanja nastaje ukoliko se korijenje zapetlja u perforirane cijevi i na taj način onemogućuje daljnje navodnjavanje. Uz to su ovi sustavi veoma skupi. Optimalne temperature za navodnjavanje su temperature od 15 do 30 °C te je poželjno da su one tekuće jer sadrže više kisika od voda stajaćica (Mirošević i sur., 2008.).

### 2.1.1. Podloge, gnojidba i zaštita vinove loze

Vinova loza (*Vitis vinifera* L.) podrijetlom je iz Europe i zapadne Azije, a predstavlja autohtonu vrstu. Kako su se kroz povijest otkrivali novi kontinenti i dolazilo je do naseljavanja istih, širila se i kultura vinogradarstva. Sorte vinove loze su širile u skladu s njihovom ekološkom prilagodbom. Kako je vrijeme prolazilo poboljšavale su se tehnike uzgoja i sama tehnologija proizvodnje proizvoda od vinove loze. Područja na kojima je najbolje uspijeva vinogradarstvo su ona područja gdje je prisutna pravilna izmjena godišnjih doba gdje su topla ljeta i proljeća, a zime i jeseni hladne i s puno oborina. Na karti su to područja umjerenog toplinskog pojasa (Bučar, 2008.).

Postoji međunarodna organizacija za lozu i vino, OIV (Organization International de la Vigne et du Vin). Organizacija se bavi zakonskim regulativama, koordinira istraživanja, prikupljanjem i obradom statističkih podataka te ostalim pitanjima vezanim za vinogradarstvo.

Kako bi podloga na kojoj se uzgaja vinova loza bila dobra mora zadovoljavati temeljne uvjete. Moraju biti imune na filoksere, moraju biti prilagodljivi okolišnim uvjetima, moraju imati dobro sposobnost ukorjenjivanja, podnositi vapno koje se nalazi u tlu te imati afinitet prema sortama koje su domaće. Najznačajnije podloge koje se koriste u današnje vrijeme za uzgoj vinove loze su: američke vrste roda *Vitis* i njihove selekcije, američko – američki križanci, europsko – američki križanci te kompleksni križanci. Američke vrste roda *Vitis* i njihove selekcije najčešće se nalaze na područjima Europe kao podloge za uzgoj vinove loze. Najčešće vrste su *Vitis riparia*, *Vitis rupestris* te *Vitis berlandieri*. U skupini američko – američkih križanaca smjestile su se tri podskupine: *Vitis riparia* x *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri* x *Vitis riparia* i *Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*. One su jedne od najraširenijih podloga u cijelome svijetu. Europsko – američki križanci su nastali kao posljedica križanja europskih i američkih loza s ciljem pronalaska kultivara koji su otporni na filoksere. Iako se nije postigla otpornost na filokseru koja je značajna, nastali su izravno rodni hibridi, samorodnice. Kompleksni križanci su tu kao posljedica pokušaja traženja najboljih podloga za uzgoj vinove loze i što boljih samorodnica. Primjeri kompleksnih križanaca su: *Vitis Solonis* (*Riparia* – *Rupestris* – *Candicans*) x *Riparia* i (*Berlandieri* x *Colombard*) x (*Cabernet Sauvignon* x *Berlandieri*) (Mirošević i sur., 2008.).

Uz odabir podloge za uzgoj vinove loze te pravilnu gnojidbu vrlo je bitna zaštita vinove loze. Najčešće bolesti koje napadaju vinovu lozu su plamenjača, pepelnica, siva plijesan (Mirošević i sur., 2008.). Plamenjača ili drugim riječima peronospora vinove loze napada zelene dijelove vinove loze. Prvi pokazatelji se javljaju na listovima koji su bliže tlu. Na gornjem dijelu listova vidljive su „uljne mrlje“ koje prelaze u smeđe tkivo i s vremenom se osuše. Na donjem dijelu listova vidljiva je sporulacija bijele boje. Ova bolest najčešće je uočljiva u svibnju, a napada cvat koji se nakon toga suši. Kada završi cvatnja plamenjača može prijeći na grozd koji se također suši. Uz plamenjaču opasna bolest za vinovu lozu je i pepelnica (Slika 2.1.1.1). Šteta koju uzrokuje pepelnica može biti 100%. Kao i kod plamenjače, simptomi kod pepelnice vidljivi su na svim zelenim dijelovima biljke. Prvo se javljaju na grožđu i mladima. Pepelnica također može uzrokovati sušenje i opadanje cvjetova ukoliko do zaraze dođe prije same oplodnje. Kod plamenjača vidljiva je bijela prevlaka, a kod pepelnice pepeljasta prevlaka koja s vremenom postaje sive boje. Najznačajniji simptomi prema kojima se može uočiti da je riječ



o pepelnici su raspucale bobice grožđa sve do sjemenki, a do toga dolazi jer gljivice uništavaju pokožicu bobice i tiskaju unutarnji dio bobice.



Slika 2.1.1.1. Pepelnica vinove loze.

Izvor: <https://medjimurje.hr/aktualno/ziva-zemlja/pepelnica-u-vinogradu-donosi-plijesan-i-kiselu-trulez-grozda-16317/> (Pristupljeno 30. kolovoza 2021)

Osim ove dvije bolesti, značajna bolest vinove loze je siva plijesan (Slika 2.1.1.2). Siva plijesan može imati izravne i neizravne posljedice na vinovu lozu. Ako je riječ o izravnim štetama, vidljiv je smanjeni urod, dok neizravne štete daju lošu kvalitetu grožđa. Gljivica koja uzrokuje ovu bolest hrani se šećerima i vinskom kiselinom. Razlike između plamenjača, pepelnica i sive plijesni je ta da sive plijesni napadaju sve biljne organe. Simptomi su vidljivi na mladicama, listovima, cvatu i bobama. Oni se pojavljuju u obliku sivih plijesni koje nastaju u razdoblju zatvaranja grozda i prisutni su do berbe. Uzrokuju truljenje grozda. Zaštita vinove loze od ovih bolesti najčešće se vrši fungicidima. Zaštita vinove loze od plamenjača vrši se u početnom dijelu vegetacije s kontaktnim fungicidima koje ne ulaze u tkivo biljke te ih štite samo na mjestima gdje je dospio aerosolni raspršivač. Kada su mladice u fazi intenzivnog rasta potrebno je koristiti sistematične fungicide koji ulaze u biljku i prekidaju bolest koja je počela svoj razvitak unutar organa biljke. Kao zaštita vinove loze od pepelnice tu su agrotehničke mjere umjerene gnojidbe i plijevljenje. Osim toga potrebno je koristiti kemijske mjere. Kao kemijske mjere zaštite vinove loze koriste se fungicidi koji dolaze iz različitih skupina kako gljivice ne bi postale otporne. Kako bi se vinova loza zaštitila od sive plijesni poželjno je kidati zaperke, osigurati provjetranje zone u kojoj se nalazi vinova loza te joj omogućiti prikladno osvjetljenje. Što se tiče kemijskih mjera prvo prskanje trebalo bi se odraditi za vrijeme cvatnje. Drugo prskanje u razdoblju zatvaranja grozda. Treće, odnosno završno prskanje onda kada dolazi do promjene boje, odnosno u vrijeme mekšanja bobica (Gardner,2006.).



Slika 2.1.1.2. Siva plijesan vinove loze.

Izvor: <https://agrosavjet.com/siva-plijesan-vinove-loze/> (Pristupljeno 30. kolovoza 2021)

Gnojidba i zaštita vinove loze imaju značajan učinak na kakvoću voda. Putem gnojidbe unose se hraniva koja u pretjeranim količinama mogu izazvati onečišćenja tala, odnosno voda. Vode koje se nalaze u tlu kreću se isto kao i površinske vode pa samim time odnose i šire dalje unesene tvari koje u prevelikim količinama imaju štetan učinak na kakvoću voda. Slična je situacija i kod zaštite vinove loze. Najčešće se vrše kemijske mjere koje uključuju fungicide koji su također štetni ukoliko ih se pretjerano koristi. Mnoga štetna onečišćenja nastaju ispiranjem na primjer nitrata gdje se oni nastave slobodno kretati u vodi u tlu i dolazi do promjene kakvoće vode. Kako u prirodi sve kruži tako i te štetne tvari koje služe kao zaštita dolaze do procjednih voda koje u konačnici utječu na onečišćenje podzemnih voda. Na taj se način smanjuje kakvoća procjednih i površinskih voda.

## 2.2. Izbor položaja za vinograd

Pri samom odabiru položaja za uzgoj vinove loze potrebno je obratiti pozornost na mnoge čimbenike. Jedni od najznačajnijih čimbenika koji utječu na uzgoj vinove loze su nadmorska visina i geografska širina. Što se tiče uzgoja vinove loze na područjima Hrvatske, u Primorju se nalaze na nadmorskim visinama od 3 do 250 metara nadmorske visine, dok se u Kontinentalnoj Hrvatskoj mogu naći na područjima od 120 do 350 metara nadmorske visine. Nadmorska visina se bira prema geografskoj širini. Hrvatska se nalazi na 42° i 47° sjeverne širine. Važno je ova dva čimbenika gledati istovremeno pri odabiru položaja jer položaj znatno utječe na prinos i kakvoću grožđa.

Osim nadmorske visine i geografske širine važni čimbenici u odabiru položaja vinograda su klima i tlo. Oni također utječu na prinos i kakvoću grožđa (Mirošević i sur., 2008.). Položaj terena označava njegov reljef, nagib i ostali dijelovi njegovog područja. One regije koje se nalaze na brežuljcima su najpogodnije za uzgoj vinove loze. Razlog tomu je to što je vinova loza koja se uzgaja na brežuljkastim područjima manje izložena posljedicama smrzavanja, magli, visokoj relativnoj vlazi zraka te napadima gljivičnih infekcija. Uz to, na takvim tlima veća je prisutnost svjetlosti, a i prozračivanje je bolje u odnosu na ravnija područja. Bez obzira na to, vinovu lozu moguće je uzgajati i u ravničarskim krajevima i imati dobre prihode i kakvoću. U Hrvatskoj su takvi primjeri većim dijelom u sjeveroistočnoj Hrvatskoj, uz poneka područja u Istri i Dalmaciji. Gledajući ekspoziciju, odnosno izloženosti vinograda suncu, na sjevernim dijelovima zemlje pogodnije su južne i jugozapadne izloženosti suncu. Manje prikladne ekspozicije na tim područjima su jugoistočne i sjeverne koje se katkada trebaju i izbjegavati. Sjeverna ekspozicija može biti prikladna za vinogorja u južnim područjima države. Kako izloženost suncu utječe na odabir položaja vinograda, tako i blizina vode ima značajan utjecaj na uzgoj vinove loze. Ukoliko se voda nalazi u blizini vinograda ona djeluje kao regulator klime, regulira vlažnost zraka te povećava intenzitet dozrijevanja grožđa povećanjem temperature. Kao regulator vlage može poslužiti i obližnja šuma.

Uz navedeno, šume koje se nalaze u blizini vinogradskih tala čuvaju vinograd od vjetrova, što je pozitivan utjecaj šume na vinogradarstvo. Osim pozitivnih utjecaja šume na vinograde, postoje i oni negativni kada šuma sprječava prirodno prozračivanje. Na taj način veća je ugroza od gljivičnih infekcija ili mraza koji se pojavljuje u proljeće (Mirošević i sur., 2008.).

### 2.3. Značajke tla vinogradskog tla

Vinogradska tla predstavljaju ona tla na kojima se uzgaja vinova loza. U vrijeme kada nije bilo filoksere (štetni insekt vinove loze širom svijeta), uzgajanje vinove loze bilo je uspješno na skoro svim tlima. Bez obzira na to, vinova loza i danas uspijeva na puno različitih tipova tala, na nagibima, različitim pijescima, kamenitim područjima, ilovastim tlima te ima dobru prilagodbu na različite supstrate. To dovodi do zaključka da se tlo ne bi trebalo promatrati izolirano od ostalih faktora koji mogu utjecati na rast i razvoj same loze, iako matični supstrat i određen tip tala imaju značajan utjecaj na kakvoću i količinu plodova vinove loze te samoga vina.

Tlo svojim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima utječe na prinos i kakvoću vinove loze i vina. Ona tla koja su kamenita, pjeskovita, šljunčana imaju veliku propusnost i u konačnici rezultiraju finim kiselkastim notama vina. Kod tala koja su teža, rezultat su vina s izrazitim ekstraktom i nisu posebno skladna. Duboka, humusna i plodna tla omogućuju veću plodnost vinove loze, ali im je zato kakvoća lošija. Vinove loze koje rastu na vapnenim tlima daju aromatična vina s većim postotkom alkohola i manjom kiselošću (Mirošević i sur., 2008.). Ona tla koja su po svom mehaničkom sastavu lakša (skeletoidna tla, pješčana tla, šljunkovita tla) daje najbolje rezultate uzgoja vinove loze (Mirošević i sur., 2008.). Takva tla su propusna, ispunjena zračnim porama i uz to imaju bogatu mikrobiološku raznolikost i aktivnost. Korijenje vinove loze u lakšim tlima se grana duboko te na taj način prima vodu i hranjiva iz tla. Uzgojem vinove loze kod ovih tala dobivaju se stolna, konzumna vina. Priča je drugačija kod uzgoja vinove loze na glinastim ili ilovastim tlima. Takva tla su slabo prozračna, hladna, biološka aktivnost im je mala, imaju dobar kapacitet za vlagu. Ona zahtijevaju redovito prozračivanje. Kod ovih tala vinova loza je bujna te je kvaliteta samoga vina bolja (Mirošević i sur., 2008.).

Gledajući boju tla prilikom uzgoja vinove loze, može se općenito reći da tla koja su crvena daju bujnu vegetaciju, dok su prinos i kakvoća srednje kvalitete. Svijetla tla rezultiraju smanjenom bujnošću, rodnošću i slabijom kakvoćom vina. Tamna tla su pogodna za uzgoj vinove loze jer daju vrlo bujnu vegetaciju i prirod. Kakvoća vinove loze kod tamnih tala može biti vrhunska, ali i ne mora, nije konstantna (Mirošević i sur., 2008.).

Kemijski sastav tla se može regulirati gnojidbom kako bi se poboljšali prinosi, količina i kakvoća. Općenito, u tlu se nalaze organske i anorganske tvari. Najvažnije organske tvari dolaze od humusa, dok su najvažnije anorganske tvari za uzgoj vinove loze dušik, fosfor, kalij, kalcij, željezo, silicij uz ostale mikroelemente (Mirošević i sur., 2008.).

Tla na kojima se uzgaja vinova loza spadaju u antropogeni tip tala koji se još nazivaju rigosol. Antropogena tla razvrstavaju se još u podtipove, a podtip antropogenih tala na kojima se uzgaja vinova loza naziva se vitisol. Vitisol sadrži P horizont, koji nastaje kao posljedica miješanja horizonata koji već postoje. Miješanje se postiže rigolanjem tla na dubini većoj od 50 cm, a katkada i većoj od 1 m na način da se slojevi tla izmiješaju. Gornjim dijelovima se dodaju mineralna i organska gnojiva te se oni miješaju s donjim dijelom tla (Vukadinović, 2021.).

Tipovi tala koji se najčešće javljaju u vinogradskim područjima su: obronačni pseudoglej, degradirani černoziem, laporasta tla, smeđa i siva tla na flišu, pjeskovita tla i crvenice. Obronačni pseudoglej se nalazi na području sjeverozapadne Hrvatske. Takva tla nemaju previše povoljnih uvjeta za uzgoj vinove loze stoga i plodnost nije velika. Fiziološka aktivnost hranjiva

im je vrlo slaba kao i aktivnost profila samog tla. Mikropore i makropore nisu uređene kao ni toplinski režim. U takvim tlima može doći do zbivanja što dovodi do gubitka učinka procesa rigolanja. Ukoliko se tlo pravilno tretira, povoljno utječe na razvoj vinove loze. Kada se govori o tlima koja su najpogodnija za uzgoj vinove loze, tu definitivno spada degradirani černozem. Vinove loze koje rastu na tim tlima nerijetko su visoke, razgranate i visoke kakvoće. Laporasta tla u svom sastavu imaju velike količine vapna. Zbog toga je potrebna redovita agrotehnika uz gnojenje stajskim gnojem. Ona su pogodna za uzgoj bijelih kultivara visoke kvalitete. Smeđa i siva tla na flišu, kao i laporasta tla, su prikladna za kultivare visoke kvalitete. Prirodi su visoke kakvoće. Uz intenzivnu i djelotvornu agrotehniku kod ovakvih tala potrebno je uzdržavati mikropore i makropore, odnosno vodozračni sustav. Pjeskovita tla koja su pogodna za uzgoj loze, u Hrvatskoj nalazimo na području Podravine i Neretve, te otocima Mljetu, Lastovu, Korčuli i Susku. U gornjim slojevima su vrlo prozračna, dok donji slojevi imaju sposobnost zadržavanja vlage. Potrebno ih je učestalo gnojiti organskim gnojivima. Vinova loza uzgajana na ovakvim tlima može dati slatkasta, desertna vina. Crvena tla pogodna za uzgoj vinove loze u Hrvatskoj nalazimo na područjima Primorske Hrvatske. Crvena tla su teška tla, glinasta te glinasto – ilovasta. Uspješnost uzgoja ovisi o dubinama tla. Ova tla su nerijetko dosta plitka. Njihov matični supstrat je različit te sadrže nepropusne slojeve. Potrebno ih je redovito gnojiti. Uz ovih par najčešćih tipova tala postoje i aluvijalna, deluvijalna močvarna i skeletna tla koja služe za uzgoj vinove loze (Mirošević i sur., 2008.).

Tip tla na istraživanom području pokušališta Jazbina je rigolano tlo iz pseudogleja obronačnog koji pripada redu semiterestičkih tala (Husnjak, 2014.). Pseudoglejna obronačna tla najviše se koriste za voćarstvo, ratarstvo i vinogradarstvo, a karakteristika im je prekomjerno vlaženje površinskih dijelova soluma stagnirajućom oborinskom vodom zbog teksturno težeg i slabije propusnog sloja na dubini od 25 do 50 cm koji zaustavlja infiltraciju vode. Stagniranje vode ovisi o reljefu i stupnju humidnosti klime područja. Iz tih razloga voda se može zadržavati kratko, srednje dugo ili dugo (Husnjak, 2014.).



## 2.4. Voda u tlu

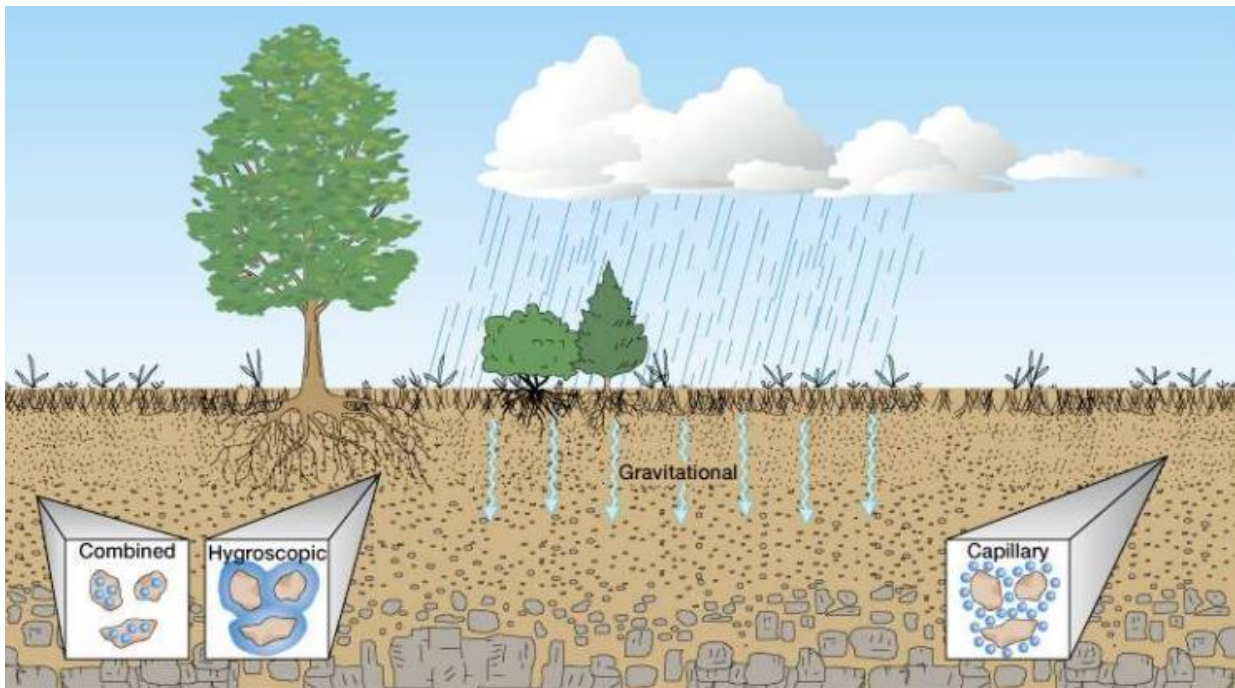
Količina vode u tlu vrlo je važna za rast i razvoj biljaka. Biljke najveće količine vode usvajaju upravo usvajajući vodu koja se nalazi u tlu uz pomoć korijenovog sustava. Znanost koja se bavi proučavanjem vode u tlu, njezinom pojavom i kretanjem naziva se hidropedologija. Još se definira kao poddisciplina primijenjene pedologije. Riječ hidropedologija dolazi iz grčkog jezika gdje *hydro* znači voda, a *pedon* predstavlja tlo. Voda u tlu koja je dostupna biljkama je najznačajniji čimbenik za njihov rast i razvoj. Osim toga voda je ključni faktor u procesima koji se odvijaju u tlu jer služi kao otapalo hranjivih tvari koje prenosi u organe biljaka. Služi za pretvorbu tvari gdje iz jednostavnih tvari fiziološkim procesima pomoću vode nastaju organske tvari koje su složene. Voda u tlu sudjeluje u pedogenetskim procesima što bi značilo trošenje primarnih minerala gline, stvaranje sekundarnih minerala gline, mineralizacija, humifikacija, transformiranje i akumuliranje organskih tvari, a sve to utječe na tvorbu tla. Voda uz pomoć mikroorganizama uzrokuje kruženje tvari u tlu.

Kolika će količina vode biti u tlu ovisi o mnogobrojnim čimbenicima. Neki od čimbenika koji utječu na količinu vode u tlu su tekstura tla, struktura tla, mikropore, makropore, ukupan broj pora u tlu, sadržaj organske tvari u tlu. Primjer toga su tla koja su poroznija (pjeskovita tla) zadržavaju manju količinu vode u tlu u odnosu na ona tla koja su manje porozna (glinasta tla), a razlozi toga su njihove različite teksture. Također, ona tla koja sadrže velike koncentracije organskih tvari lakše zadržavaju vodu u tlu. Razlog je sljedeći, organske tvari su tvari koje imaju sposobnost vezanja vode. Kako bi se moglo obavljati reguliranje vodnog režima tla na vrijeme potrebno je imati podatke o sadržaju vode u tlu, stanju vlažnosti tla te načinu navodnjavanja.

Voda u tlu se prema vrsti dijeli na kemijsku vodu, higroskopnu vodu, opnenu vodu, kapilarnu vodu te gravitacijsku vodu koja se još naziva i procjedna voda (Šimunić, 2013.). Kemijska voda je voda koju biljka nema mogućnosti apsorbirati. Dolazi u kristalnom ( $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ) i konstitucijskom obliku ( $\text{OH}^-$ ). Higroskopna voda je kao i kemijska nepristupačna biljkama. Dolazi u obliku vlage koja se adsorbira na površini čestica tla. Uz kemijsku i higroskopnu vodu postoji i opnena voda koja nije pristupačna biljkama. Nalazi se u tekućem obliku i omotana oko čestica tla. U danima kada je vlaga u tlu veća, opna je deblja. Kapilarna voda dolazi u tekućem obliku i dijeli se na lako pokretnu kapilarnu vodu, teže pokretnu kapilarnu vodu i na nepokretnu kapilarnu vodu. Pokretna kapilarna voda jedina je kapilarna voda koja je pristupačna biljkama. Teže pokretna kapilarna voda jedva je pristupačna biljkama dok je nepokretna kapilarna voda nepristupačna biljkama (Ondrašek i sur., 2015.).

Kako bi se voda u tlu mogla gibati vrlo je bitna potencijalna energija. Ono što vodi u tlu omogućuje kretanja je razlika potencijalne energije vode. Gibanje se odvija od vlažnijih područja u tlu prema područjima koja su suša, odnosno kretanje vode ide iz višeg prema nižem potencijalu vode. Kretanje vode se odvija sve dok se potencijali ne izjednače. Postoje tri najosnovnija gibanja vode u tlu, a to su: kapilarno gibanje, infiltracija i filtracija. Gibanje vode može se odvijati kroz zasićena i nezasićena tla. Ona se može kretati descendentno, ascendentno i lateralno te može doći do evaporacije i transpiracije. Mnogi čimbenici utječu na kretanje vode u tlu, a to su: struktura, tekstura, porozitet, količina organskih tvari u tlu, agregatno stanje vode te sile koje dovode do kretanja. Osnovni razlozi kretanja vode u tlu su kapilarne sile, gravitacija i hidrostatski tlak. Ako govorimo o gibanju vode u nezasićenim tlima onda je to definitivno

kapilarno gibanje vode gdje se voda giba u mikroporama iz područja veće vlažnosti u područje manje vlažnosti. Ukoliko se kroz makropore događa procjeđivanje vode koja je suvišna u zasićenom tlu riječ je o filtraciji koju uzrokuje gravitacija i hidrostatski tlak. Dakle, filtracija je proces u kojem se voda propušta kroz poroznu sredinu i koristi se kako bi se uklonile koloidne čestice i mikroorganizmi koji se nalaze u vodi. Osim ova dva nabrojana osnovna tipa gibanja vode u tlu, kapilarnog gibanja i filtracije, jedno od najosnovnijih gibanja vode u tlu je infiltracija. Infiltracija se definira kao upijanje vode u tlo. Infiltracija predstavlja upijanje vertikalnim i bočnim gibanjem u nezasićeno tlo gdje se upijanje odvija neravnomjerno. Kako bi uopće došlo do infiltracije potrebno je djelovanje sile gravitacije, osmotskih sila te djelovanje kapilarnih sila (Britannica, 2021.).



Slika 2.4.1. Oblici vode u tlu

Izvor: Vukadinović V. (2021.)

<http://pedologija.com.hr> (Pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

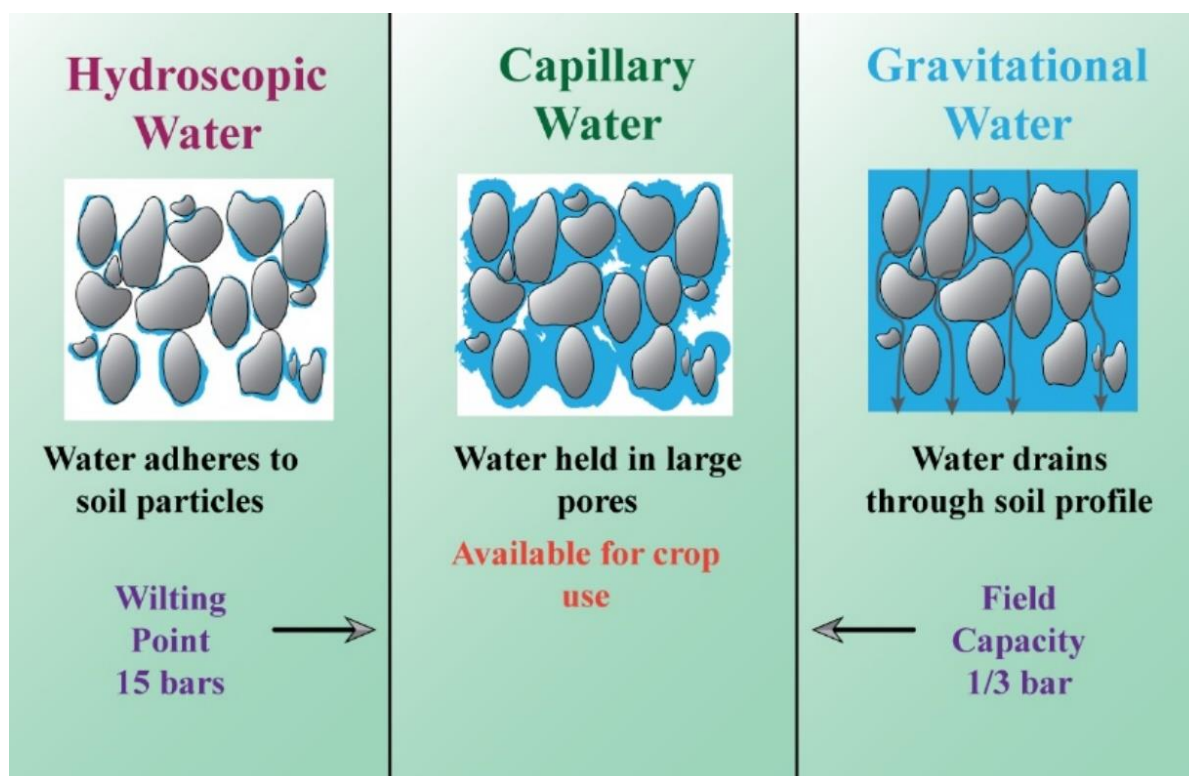
Nacionalni zakonodavni okvir za zaštitu voda na području Europske unije je Direktiva o vodama (Directive 2000/60/EC). To je dokument koji se bavi upravljanjem voda, prijelaznih voda, priobalnih, ali i podzemnih voda u Europi. To je zakonodavni akt za očuvanje dobrog stanja svih vodnih tijela. Uz ovu okvirnu direktivu, kakvoća vode u Hrvatskoj se kontrolira prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008).

### 2.4.1. Procjedna voda

Procjedna voda je voda koja se još naziva i gravitacijska voda. Razlog zašto se procjedna voda još naziva i gravitacijska voda je taj što je to voda koja se procjeđuje zbog djelovanja gravitacijske sile. Dakle, procjedna voda se kreće s obzirom na gravitaciju. Za vrijeme kišnih razdoblja voda se skladišti u slojevima tla. Nakon toga se transportira iz gornjeg dijela tla u niže slojeve i korijenje. Čestice koje se nalaze u tlu drže molekule vode, a molekula vode koja je zarobljena unutar male čestice tla teško se može kretati prema nižim slojevima tla. Ukoliko se molekula vode nalazi u većoj čestici tla lakše joj se pomicati prema donjim dijelovima tla pomoću gravitacijskih sila. Kada su učestale oborine i traju po nekoliko dana u tlu dolazi do zasićenja vodom (Vedantu, 2021.). Može se reći da je procjedna voda slobodna voda koja nastaje u trenutku kada je tlo potpuno zasićeno vodom. Za tlo se kaže da je zasićeno vodom onda kada su sve pore koje se nalaze u tlu popunjene vodom. Situacije u kojima dolazi do potpunog zasićenja tla vodom mogu biti stvar prirodnih procesa ili ljudskih djelatnosti. Kada je riječ o prirodnim procesima tu su obilne kiše, poplave, otapanja velikih količina snijega, dok je navodnjavanje količinama vode koje su prekomjerne primjer ljudske djelatnosti. Kada dođe do potpunog zasićenja tla voda se procjeđuje kroz makropore. Stoga možemo reći da je procjedna voda infiltracijska voda koja se postupkom filtracije procjeđuje kroz horizonte tla. Filtracija predstavlja proces, odnosno tehniku fizičkog odvajanja u kojem se krute čestice odvajaju od tekućih ili plinovitih smjesa kroz porozne barijere. Ovisno o količini i brzini procjeđivanja vode, položaju zemljišta, teksturi tla mogu nastati neželjene stagnirajuće potpovršinske vode, odnosno voda se može dublje procjeđivati do podzemnih voda. Koliko će se voda brzo procjeđivati najvećim dijelom ovisi o veličini makropora i njihovom ukupnom sadržaju u tlu. Ukoliko se radi o tlima koja su pjeskovita procjeđivanje traje kraće nego što traje u tlima koja su glinasta. Procjeđivanje vode u pjeskovitim tlima najčešće traje nekoliko sati, dok kod glinastih tala procjeđivanje može trajati i do dva, tri dana. Kada je riječ o anaerobnim uvjetima svaka biljka reagira drugačije od ostalih. Ukoliko prekomjerne vlažnosti tala traju više od pet dana kod usjeva se mogu uočiti promjene. Primjer kulture kojoj apsolutno odgovaraju uvjeti potpunog zasićenja tla vodom je definitivno riža (Šimunić, 2013.).

Ponekad se procjedna voda, odnosno gravitacijska voda zamjenjuje s kapilarnom vodom. Međutim gravitacijska voda i kapilarna voda nisu isto. Razlika je u tome da količina vode u tlu koja se kreće prema dolje pod utjecajem gravitacijske sile te dolazi do podzemnih voda predstavlja procjednu, odnosno gravitacijsku vodu. Kod kapilarne vode situacija je drugačija. Kapilarnu vodu predstavlja ona količina vode koja se zadržava u malim međuprostorima u obliku tankih opna koje okružuju čestice tla. Dakle, kapilarna voda ne prodire do podzemnih voda, to jest do voda koje se konzumiraju za piće (Toppr, 2021.).





Slika 2.4.1.1. Prikaz higroskopske vode, kapilarne i gravitacijske vode

Izvor: <https://www.vedantu.com/> (Pristupljeno 30. kolovoza 2021.)

#### 2.4.1.1. Kakvoća procjedne vode

Kakvoća procjedne vode poljoprivrednih tala najčešće je definirana poljoprivrednom praksom koja se na tim tlima primjenjuje, a njezina se kakvoća odražava na kakvoću podzemne vode koja se koristi za piće. Stoga su najčešći onečišćivači procjedne vode vinogradskih tala upravo hranjiva, pesticidi i metali. Do onečišćenja primjerice nitratima dolazi u situacijama kada se u tlo putem gnojidbe unesu prevelike količine dušika. Kada je tlo prezasićeno vodom, voda iz tla se filtrira i odlazi u niže slojeve, što mogu prouzročiti prevelike količine kiše, snijega ili nepravilno navodnjavanje pri čemu dolazi do ispiranja nitrata. Kada se to dogodi povećava se koncentracija nitrata u procjednim vodama što dovodi do onečišćenja i smanjuje se kakvoća vode i u konačnici narušava se prirodna ravnoteža organizama u tlu te se smanjuje biološka raznolikost.

Kako bi se očuvala kakvoća procjedne vode vrlo je bitno pratiti parametre koji ukazuju stanje procjednih voda. Zato su redovite analize procjednih voda dobar pokazatelj njihove kakvoće. U RH postoje zakonodavni akti koji se bave očuvanjem kakvoće voda za piće. Riječ je o Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008). U navedenom kontekstu, važno je da kakvoća procjedne bude zadovoljavajuća jer je ona potencijalni onečišćivač podzemnih voda. Preciznije procjedne vode svojim tokom mogu dovesti do onečišćenja do podzemnih voda koje ljudima služe za piće.

## 2.4.2. Voda površinskog otjecanja

Vodu površinskog otjecanja predstavlja voda koja na tlo padne u količini većoj od infiltracijske sposobnosti tla te se zbog toga ona ne može upiti u tlo, nego odlazi njegovom površinom, odnosno površinskim otjecanjem. Dakle, to su vode koje se nisu uspjele infiltrirati u tlo i zbog toga otječu površinskim dijelom. Na površini tla se zadržavaju kraći ili dulji period tijekom godine. Do stagniranja može doći zbog različitih čimbenika. Neki od faktora koji utječu na stagniranje vode su klimatske i hidrološke značajke, količina padalina, intenzitet, trajanje i raspored oborina, fizikalne značajke tla (struktura, tekstura, porozitet, debljina nepropusnog horizonta tla, dubina nepropusnog horizonta tla), reljef.

Na primjer, u ravničarskim područjima tlo slabije propušta vodu te voda može duži period stagnirati na površini, dok u većini slučajeva površinska voda na nagnutim površinama brže otječe. Osim ovih čimbenika i godišnje doba ovisi o stagniranju ili otjecanju površinske vode (Šimunić, 2013.).

### 2.4.2.1. Kakvoća vode površinskog otjecanja

Kakvoća vode površinskog otjecanja na poljoprivrednim tlima, jednako kao i kakvoća procjedne vode, definirana je poljoprivrednom praksom koja se na tim tlima primjenjuje. Njezina se kakvoća prvenstveno odražava na okolne terestričke i akvatične ekosustave, ali može se odraziti i na kakvoću podzemne vode. Do onečišćenja vode površinskog otjecanja s poljoprivrednih tala najčešće dolazi putem poljoprivrednih aktivnosti kojima se unose hranjiva i pesticidi. Oni su najčešće vezani za aktivne tvari iako dolaze i kao produkti kemijskih, mikrobioloških i fotodegradacijskih aktivnih tvari. Pesticidi mogu imati toksična djelovanja. Ugrožavaju zdravlje vodenim organizmima, mogu im mijenjati metaboličke procese ili ih dovesti do smrti. Na kakvoću vode površinskog otjecanja utječu i hranjiva koja se unose gnojdbom. Ukoliko se tlo prezasiti dušikom i uz to tlo bude prezasićeno vodom, dolazi do ispiranja nitrata. Na taj način događa se eutrofikacija vode koja za posljedicu ima smanjenje biološke raznolikosti. Eutrofikacija se javlja i kada su u tlu prevelike količine fosfora. U slučaju kada fosfor dolazi do površinskih voda stvara se problem za floru i faunu koje se narušavaju. Prekomjerne količine metala u prirodnim vodama nerijetko imaju toksične učinke za biljke, životinje i ljude. Metali u tlo dolaze kao posljedica poljoprivrednih djelatnosti ili iz atmosfere. U vodama se najčešće javljaju u obliku slobodnih iona, kao anorganski ili organski spojevi. Ako se u površinskim vodama nalaze prevelike količine metala najčešće dolazi do erozije gdje migriraju površinski dijelovi tla ili stanični supstrati. Na taj se način onečišćuju okolni ekosustavi tala i voda (Šimunić, 2013.).

Osim ljudskih djelovanja putem poljoprivrede, na kakvoću voda površinskog otjecanja utječe i uklanjanje vegetacije koja se nalazi okolo i u blizini površinskih voda. Ukoliko dođe do uklanjanja ili smanjenja vegetacije na tim područjima, povećavaju se šanse od poplava i erozija. Uz to negativan utjecaj se odražava na samu kakvoću voda površinskog otjecanja.

Monitoring koji se u Hrvatskoj bavi očuvanjem dobre kakvoće voda površinskog otjecanja temeljen je na Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008). Važno je da se redovito analiziraju i prate parametri koji prikazuju stanje u kojemu se vode površinskog

otjecanja nalaze. Razlog zašto je važno da se analize odrađuju redovito je mogućnost pravovaljane reakcije ili korištenje protumjere ukoliko je potrebno, recimo ukoliko dođe do onečišćenja. Sve vode u tlu utječu na rast i razvoj kultura koje se uzgajaju, što je još jedan dodatan motiv za održavanje kakvoće svih, pa tako i voda površinskog otjecanja.

#### 2.4.2.2. Erozijski vodeni

Erozijski proces migracija staničnog supstrata ili površinskog dijela tla pod utjecajem djelovanja vjetera ili površinskih voda (Kisić i sur., 2005.). Na brdovitim reljefnim područjima događaju se ubrzani erozijski procesi što dovodi do ispiranja tla. Mnogi su čimbenici koji utječu na pojavu erozijskih procesa. Radi se o nagibu na kojem se tlo nalazi, intenzitetu i količini oborina, brzini i učestalosti vjetera, propusnosti tla, odnosno teksturi i strukturalnoj formi tla. Postoje tri stadija kroz koje se odvija proces erozije. Na samome početku se događa odvajanje čestica zemlje od mase tla, nakon čega se pomoću vode ili vjetera transportiraju na različite udaljenosti koje mogu biti bliže ili dalje te na samome kraju dolazi do njihovog taloženja (Kisić i sur., 2005.).

Erozijski vodeni dijeli se na tri veće skupine: erozijski kišom, riječna erozijska, morska ili jezerska erozijska. Erozijska uzrokovana kišom može biti brazdasta, bujična, dubinska u kršu, jaružna, klizišna i plošna (Špoljar, 2019.). Osim toga, erozijski vodeni dijeli se na erozijski prskanja, erozijski lima, erozijski bušotine, erozijski slivnika i erozijski tunela. Erozijski prskanja predstavlja prvu fazu u procesu erozije uzrokovane kišom. Kapi kiše padaju na izloženo i golo zemljište, pomičući njegove čestice i uništavajući strukturu gornjeg sloja. Uzrokuje stvaranje površinskih kora, negativno utječe na sposobnost infiltracije tla i na kraju rezultira stvaranjem otjecanja. Erozijski lima nastaje kada je intenzitet oborina veći od sposobnosti infiltracije tla i rezultira gubitkom najfinijih čestica tla koje sadrže hranjive tvari i organske tvari. Obično slijedi nakon stvaranja kora koja je uzrokovana prethodnom fazom oštećenja tla vodom. Ako se ne spriječi na vrijeme, jedan od najnegativnijih efekata erozije lima bit će stvaranje bušotina. Nakon erozije lima dolazi do erozije bušotine. Erozijski bušotine se događa kada se voda koncentrira dublje u tlu i počinje stvarati brže protočne kanale. Ti kanali mogu biti duboki do 30 cm te uzrokovati odvajanje i transport čestica tla. Erozijski bušotine može s vremenom prerasti u erozijski jarka. Erozijski slivnika predstavlja fazu u kojoj je tlo oštećeno vodom kada su površinski kanali erodirani do te mjere da ni popravne mjere obrade ne bi bile od pomoći. Erozijski slivnika uzrokuje velike gubitke tla i uništava poljoprivredna zemljišta. Osim toga dovodi do smanjenja kvalitete vode zbog povećanja opterećenja taloga u potocima. Uz nabrojane vrste erozije vodom, postoji i erozijski tunela koja se još naziva i skrivena erozijska. Ona predstavlja degradaciju tla vodom koja dovodi do ozbiljnih problema prije nego li su bilo koji znakovi vidljivi oku. Počinje kada se velika vodena masa počne kretati kroz strukturalno nestabilno tlo (EOS, 2021.).

Dosadašnja iskustva erozije u vinogradima govore o tome kako su visoko na ljestvici ugroženih korištenih zemljišta. Većina vinograda nalazi se na strmim padinama te se na njima vrši intenzivna obrada što znači da i veliki broj stojeva prelazi preko tla. Sve to utječe na stvaranje erozije tla. Uz to vinogradi se često nalaze na plitkim i kamenitim tlima u suhim klimatskim uvjetima što dovodi do stvaranja erozije tla (Prosdocimi i sur., 2016.; Vaudour i

sur., 2017.). U današnje vrijeme klimatske promjene su sve češće te dolazi do sve učestalijih kišnih razdoblja što opet može imati utjecaja na eroziju tla. Ipak, najveći utjecaj na eroziju tla ima poljoprivreda. Poljoprivreda je vodeći uzrok gubitka taloga jer obradom se narušava struktura tla te se povećava stopa erozije tla. Oranje na kosim terenima jedan je od glavnih faktora za gubitak sedimenata (Bogunović i sur., 2018.).

Dosadašnja iskustva vezana za polutante u površinskim vodama vinograda govore o tome kako problemi onečišćenja nastaju ukoliko procesima erozije prevelike količine fosfora dođu do površinskih voda gdje dovode do bujanja algi koje su štetne za floru i faunu. Dolazi do povećanog umnažanja algi, odnosno eutrofikacije, što narušava ekološku ravnotežu. Eutrofikacijom se povećava broj nutrijenata u vodi, ali ima i negativan utjecaj na vodne resurse koji se koriste u druge svrhe. Na kakvoću vode negativan utjecaj uz fosfor i nitrati imaju i pesticidi, bilo da se radi o njihovoj aktivnoj tvari ili produktima nastali kemijskom, mikrobiološkom ili fotodegradacijom aktivne tvari. Pesticidi mogu djelovati toksično na način da vodenim organizmima ugrožavaju zdravlje, mijenjaju metaboličke procese ili ih dovode do smrti. Posljedica erozije površinskog sloja tla može biti i povećanje koncentracija metala u površinskim vodama jer se poljoprivrednim djelatnostima, osim pesticida, unose i različiti metali. Osim poljoprivredom, metali u tlo mogu dospjeti prirodnim putem trošenjem matičnog supstrata te dalje erozijom do površinskih voda. Metali u prirodnim vodama dolaze kao slobodni ioni, organski i anorganski spojevi. Kalcij, magnezij, mangan, natrij i željezo su najprisutniji metali u prirodnim vodama. Kadmij, olovo i živa mogu imati toksična, ali ne i biogena djelovanja stoga je vrlo važno obratiti pozornost na njih kako ne bi došlo do većih onečišćenja voda, biljaka, životinja i ljudi (Šimunić, 2013.).

Faktori koji utječu na veće koncentracije onečišćivača i količinu površinskog otjecanja vode mogu biti razni, a najčešće se vežu uz čovjeka i njegovo djelovanje. Veće koncentracije onečišćivača mogu biti rezultat različitih insutrija, izgaranja, nekontrolirana otpuštanja otpadnih voda u prirodu, različita odlaganja otpada na nepravilan način, izgradnja prometnih infrastruktura, farmaceutska proizvodnja, poljoprivreda, i dr. (Sofilić, 2014.).



Slika 2.4.2.2.1. Riječna erozija  
Izvor: Kisić I. (2005.)



Slika 2.4.2.2.2. Morska erozija  
Izvor: <https://www.bestofcroatia.eu/hr> (Pristupljeno 30. kolovoza 2021.)





Slika 2.4.2.2.3. Brazdasta erozija  
Izvor: Kisić I. (2005.)



Slika 2.4.3.3.4. Plošna erozija  
Izvor: Kisić I. (2005.)

## **3. MATERIJALI I METODE**

### **3.1. Područje istraživanja**

Istraživanje je provedeno na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu „Jazbina“. Prostire se na oko 25 ha, a na oko 9 ha površine pokušališta zasađeni su vinogradi s brojnim sortama vinove loze te spada u vinogradarsku regiju zapadne kontinentalne Hrvatske (Mirošević i Karoglan Kontić 2008). Vinograd je star 12 godina, redovi su okrenuti niz padinu, a međuredni prostor je zatravljen (Benčak, 2018).

Pokušalište Jazbina pripada vinogradarskoj pod-regiji Prigorje-Bilogora koju karakterizira umjerena kontinentalna klima sa srednjom godišnjom temperaturom od 11,2 °C (17,8 °C u tijeku vegetacije) i otprilike oko 830 mm oborina tijekom godine (Novak, 2017.).

Kako navodi Husnjak (2014), tip tla na istraživanom području je rigolano tlo iz pseudogleja obronačnog. Pseudoglej je tip tla koji se ubraja u red semiterestičkih tala, razred pseudoglejnih i stagnolejnih tala (Husnjak, 2014). Građa pseudoglejnih tala je Aoh/um–E/S–B/S–C. Pseudoglej obilježavaju brojna ograničenja, primjerice: kratko do dugo stagniranje oborinske vode, nepovoljni vodozračni odnosi, praškasta i nestabilna struktura u površinskim horizontima (A i E/S) te koherentna struktura slabo propusnog i zbijenog iluvijalno - pseudoglejnog horizonta (B/S), kisela reakcija tla, niska biološka aktivnost, srednje duboka do plitka ekološka dubina i dr. (Husnjak, 2014). U vlažnoj fazi zadržava se oborinska voda u površinskom dijelu soluma te dolazi do redukcije Fe i Mn spojeva na dvovalentne spojeve koji su topivi u vodi i difuzno se kreću te izbljeđuju površine agregata i stjenke pora.

### **3.2. Instalacija tlačnih lizimetara**

Na pokušalištu Jazbina postavljeno je 18 tlačnih lizimetara koji služe za uzorkovanje vode kako bi se mogla odrediti kakvoća. Postavljeno je 6 lizimetara na dnu padine, 6 lizimetara na sredini i 6 lizimetara na vrhu. Lizimetri koji su instalirani na vrhu označeni su oznakama od L – 1 do L – 6, oni u sredini s oznakama od L – 7 do L – 13, a oni na dnu su označeni oznakama od L – 13 do L – 18. Prvo su iskopane rupe od 30 cm dubine za postavljanje lizimetara i rupe na većim dubinama za prikupljanje procjedne vode. Rupe za prikupljanje procjedne vode su na većim dubinama kako bi se postigao tlak i podtlak. Osim toga, na tlačni lizimetar stavljena je filter mrežica i na sustav je stavljeno uže kako ne bi došlo do začepjenja sustava. Nakon kopanja rupa i postavljanja lizimetara slijedi korak u kojem se spajaju armirane fleksibilne cijevi i pričvršćuju na lizimetar. Kada su se armirane fleksibilne cijevi pričvrstila za lizimetar on se punio tlom s iste dubine na kojoj se tlačni lizimetar nalazi. Tlo kojim se punio tlačni lizimetar prethodno je prosušeno i usitnjeno. Kako bi se ostvario što bolji kontakt s gornjim dijelom tla sve se zasipavalo kvarcnim brašnom što je vidljivo na slici (Slika 3.2.1.).



Slika 3.2.1. Umetanje lizimetara u tlo.

Izvor: Defterdarović, J. (2020.)

Nakon zasipavanja kvarcnim brašnom, tlačni lizimetar se instalirao u utor u profilu. Kao i prethodno za bolji kontakt s gornjim dijelom tla stavljaju se crijepovi i aluminijski ovjesi ispod tlačnog lizimetra. Zatim se armirane fleksibilne cijevi spajaju sa spremnikom za prikupljanje procjedne vode putem T – koljena i umetnute gumene manžete. Sljedeći korak je silikoniranje spojeva kako bi se osigurala nepropusnost. Osim zabrtvljenosti moraju se instalirati vertikalne cijevi na spremnik kako bi se moglo vršiti uzorkovanje procjedne vode.

### **3.3. Instalacija sustava za površinsko otjecanje**

Osim navedenih instaliranih sustava, instalirani su sustavi za površinsko otjecanje na dnu padine. Oznake za ova tri sustava su PO – 1 na lijevoj strani, PO – 2 na sredini i PO – 3 na desnoj strani. Ti sustavi također služe za uzorkovanje vode i određivanje njezine kakvoće. Sustavi su se postavljali tako da su se iskopale rupe i postavljen je lim na dubini od 5 cm kako bi se spriječilo vertikalno otjecanje vode ispod kanalice (Slika 3.2.2). Ispod kanalice potrebno je staviti šljunak kako ne bi došlo do propadanja za vrijeme prolaženja traktora na tim područjima. Kako ne bi došlo do otjecanja vode unutar sustava potrebno je zabrtviti (silikonirati) spojeve.





Slika 3.2.2. Postavljanje kanalice na određenom padu kako voda ne bi otjecala.  
Izvor: Defterdarović, J. (2020.)

Osim kanalica i ostale cijevi i spremnik su morali biti postavljeni na određeni pad kako bi voda mogla otjecati. Uz to su kanalice fiksirane pomoću betona koji se izljevao u iskopane rupe (Slika 3.2.3).



Slika 3.2.3. Instaliranje spremnika i cijevi na određenoj padini zbog osiguravanja otjecanja vode.  
Izvor: Defterdarović, J. (2020.)

Kako bi se spriječilo pritjecanje padinske vode u sustav stavljeni su limovi koji su dugački 2 metra na rubove. Obrubni limovi su napravljeni prema nacrtu i izgledaju kao slovo J. Postavljeni su paralelno s kanalicom kako bi prohod traktora bio nesmetan (Slika 3.2.4).



Slika 3.2.4. Sustav za površinsko otjecanje vode.  
Izvor: Defterdarović, J. (2020.)

### **3.4. Prikupljanje uzoraka procjedne vode i vode površinskog otjecanja**

Prikupljanje uzoraka procjedne vode i vode površinskog otjecanja odvijalo se kroz mjesec dana gdje je tri puta uziman uzorak vode. Prvi uzorci uzeti su 30. ožujka 2021. godine, drugi 30. travnja 2021. godine i treći 28. svibnja 2021. godine.

Količina uzetih uzoraka ovisio je o količinama vode koje su se nalazile u sustavima. Količina vode varirala je zbog nejednakih količina oborina. Zbog nejednakih količina oborina i količine vode koje su se uspjele procijediti odnosno ostati na površini nije se mogao svaki mjesec uzeti jednak broj uzoraka. Ožujak i travanj bili su mjeseci s manje oborina nego svibanj stoga je u tim mjesecima uzeto manje uzoraka nego u svibnju. Uzorkovanje koje se odvijalo 30. ožujka 2021. godine, broji 12 uzoraka gdje je 9 uzoraka iz procjednih voda, a 3 uzorka iz vode površinskog otjecanja. U travnju, također se uzorkovalo 12 uzoraka, 30. travnja 2021. godine prikupljeno je 9 uzoraka procjedne vode i 3 uzorka vode površinskog otjecanja. Svibanj je imao veće količine oborina pa je zbog toga 28. svibnja 2021. prikupljen 21 uzorak gdje je 18 uzoraka procjedne vode i 3 uzorka vode površinskog otjecanja. Kako bi se mogli odrediti kemijski parametri, odnosno kakvoća procjedne i površinske vode ukupno je uzeto 45 uzoraka gdje je 36 uzoraka predstavljalo uzorke procjednih voda, a 9 uzoraka vode površinskog otjecanja.



### 3.5. Određivanje kakvoće procjedne vode i vode površinskog otjecanja

Kemijske analize za određivanje kakvoće procjedne vode i vode površinskog otjecanja odrađivale su se u području koje je akreditirano za to. Područje je akreditirano od strane Hrvatske Akreditacijske Agencije prema normi HRN EN ISO/IEC 17025:2017. Riječ je o Laboratoriju Zavoda za melioracije na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

Kako bi se ustanovila kakvoća određivani su razni parametri kao što je pH koje se određivalo pomoću pH metra prema normi HRN EN ISO 10523:2012. Uz pH određivala se električna vodljivost (E.C.) na EC metru MPC 227 tvrtke Mettler Toledo prema normi HRN EN 27888:2008. Koncentracije nitrita ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ), amonijaka ( $\text{NH}_4^+$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), fosfata ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), sulfata ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) određivale su se automatskim analizatorom kontinuiranog protoka (San ++ ContinuousFlow Auto-Analyzer, Skalar, Slika 3.4.1.) prema normama za određivanje nitrita (HRN EN ISO 13395:1998), nitrata (HRN EN ISO 13395:1998), amonijaka (HRN EN ISO 11732:2008) i klorida (SKALAR METHODS No. 514 (ISO 15682:2000)). Određivanje koncentracija hidrogenkarbonata ( $\text{HCO}_3^-$ ), kalcija ( $\text{Ca}^{2+}$ ), kalija ( $\text{K}^+$ ), magnezija ( $\text{Mg}^{2+}$ ), natrija ( $\text{Na}^+$ ) se određivalo pomoću atomskog apsorpcijskog spektrometra (Atomic Absorption Spectrometer 3110, Perkin–Elmer). Određivanje koncentracije otopljenog organskog ugljika (engl. *Dissolved Organic Carbon* - DOC) odrađivalo se prema normi HRN EN 1484:2002.



Slika 3.4.1. Analizator kontinuiranog protoka.

Izvor: Defterdarović, J. (2020.)

Kako bi rezultati bili što pouzdaniji dobiveni uzorci su se uspoređivali sa referentnim uzorcima vode koji su dobiveni u međunarodnom laboratoriju za analizu vode IFA-Tulln, Austrija (Interlaboratory Proficiency Testing Scheme).

### **3.6. Statistička obrada podataka**

Podaci o kakvoći vode su statistički obrađeni korištenjem SAS statističkog programa (Statistical Analysis Software, SAS Institute Inc., Version 8.3 Update 1, Cary NC USA, 2019-2020). Program je služio za obradu podataka o kakvoći procjedne vode i kakvoći vode površinskog otjecanja s obzirom na položaj lizimetra, odnosno sustava za prikupljanje vode površinskog otjecanja na padini. Za određivanje varijance korištena je One-Way ANOVA, a značajnost razlike između srednjih vrijednosti određena je pomoću Tukeyeva testa (Tukey's Studentized Range Honest Significant Difference - HSD Test) pri  $P < 0,05$ .

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati kakvoće uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja s pokušališta Jazbina razvrstani su u tablicama po mjesecima. U Tablici 4.1. nalaze se podaci o kakvoći uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina od 30. ožujka 2021. godine. Tablica 4.2. prikazuje rezultate kakvoće uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja s pokušališta Jazbina od 30. travnja 2021. godine dok posljednja tablica, Tablica 4.3. prikazuje rezultate kakvoće uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina od 28. svibnja 2021. godine. Rezultati uzorkovanja procjednih voda podijeljeni su u tri skupine prema poziciji uzorkovanja na padini: vrh, sredina i dno padine. Rezultati uzorkovanja vode površinskog otjecanja također su razvrstani u tri skupine s obzirom na poziciju na dnu padine s koje su se uzimali uzorci: lijevo, sredina, desno.

U Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode (NN 47/2008) za piće regulira se i propisuje zdravstvena ispravnost vode koja se koristi za ljudsku uporabu, propisuju se granične vrijednosti za zdravstvenu ispravnost vode, određuju vrste analiza uzoraka vode za piće i analitičke metode, te se propisuje koliko se često treba uzorkovati voda za piće.

Tablica 4.1. prikazuje podatke o kakvoći uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina datuma 30. ožujka 2021. godine. Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008) vidljivo je da kod uzoraka procjedne vode su pH vrijednosti u većini slučajeva manje od propisanih (6,5 – 9,5) dok kod vode površinskog otjecanja pH vrijednosti ne odstupaju od propisanih vrijednosti. U procjednoj vodi vrijednosti  $\text{NH}_4^+$  premašuju vrijednosti od 0,50 mg/L te koncentracija  $\text{K}^+$  premašuje MDK kod vode površinskog otjecanja na lijevoj strani. Ostale vrijednosti; električna vodljivost, nitrati, nitriti, fosfati, sulfati, klor, kalcij, kalij, magnezij, natrij ne premašuju vrijednosti koje su propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008).

Tablica 4.2. prikazuje rezultate kakvoće uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina datuma 30. travnja 2021. godine. Vrijednosti pH izmjerene 30. travnja 2021. godine kod procjedne vode i vode površinskog otjecanja su uglavnom unutar propisanih vrijednosti. Koncentracija  $\text{NH}_4^+$  premašuje MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije) vrijednosti propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode. Koncentracije  $\text{K}^+$  premašuju MDK vrijednosti kod uzoraka vode površinskog otjecanja. Sve ostale vrijednosti koje se nalaze u tablici ne odstupaju od propisanih vrijednosti.

Tablica 4.3. prikazuje rezultate kakvoće uzorkovanja procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina datuma 28. svibnja 2021. godine. Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće postoje mala odstupanja kod pH vrijednosti i  $\text{NH}_4^+$  vrijednosti procjedne vode i vode površinskog otjecanja, dok koncentracije  $\text{K}^+$  iona premašuju propisane MDK vrijednosti kod voda površinskog otjecanja. Ostale vrijednosti u tablici ne odstupaju od propisanih MDK vrijednosti.

Vrijednosti koje u Tablici 4.1., 4.2. i 4.3. premašuju propisane MDK su koncentracije  $\text{NH}_4^+$ , koncentracije  $\text{K}^+$  i pH vrijednosti. Mogući razlozi zašto pH vrijednosti premašuju, odnosno kreću se ispod MDK vrijednosti je taj što je primjenom gnojiva moguće utjecati na zakiseljavanje tla. Kada je riječ o pH vrijednostima koje su propisane za pitku vodu onda prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće su to vrijednosti od 6,5 do 9,5, međutim

optimalan pH za uzgoj vinove loze kreće se od 4,5 do 8,5 te stoga rezultati ne upućuju na problem u uzgoju vinove loze. Kalij se najčešće u tlo unosi putem gnojiva te se tamo zadržava ukoliko mu odgovara struktura tla te je uz to slabo pokretan. Amonijak u tlo dolazi iz atmosfere ili putem gnojiva. Potrebno je da  $\text{NH}_3$  reagira s vodom kako bi nastao  $\text{NH}_4^+$ , oblik koji je dostupan biljkama. Ove parametre bitno je pratiti kako vrijednosti ne bi odstupale u većim količinama od propisanih, kako bi se mogla odrađivati pravilna gnojidba te bitna stavka je da se procjedne vode mogu procjeđivati do podzemnih koje se koriste za piće.

U Tablici 4.4. nalaze se podaci statističke obrade rezultata elementarnog sastava procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina s obzirom na položaj lizimetra na padini, odnosno s obzirom na položaj sustava za površinsko otjecanje u razdoblju od 30. ožujka do 28. svibnja 2021. godine. Iz tablice je vidljivo kako je utvrđena visoko značajna razlika u koncentraciji  $\text{Cl}^-$  u procjednoj vodi između vrha, sredine i dna padine s time da se statistički značajna razlika nalazi između vrha padine u odnosu na sredinu i dno padine, tj. nema statistički značajne razlike između koncentracije  $\text{Cl}^-$  u procjednoj vodi uzorkovanoj na sredini i dnu padine. Dakle, jedino je koncentracija  $\text{Cl}^-$  statistički viša u procjednoj vodi na vrhu padine.

Također je visoko značajna razlika u koncentraciji  $\text{Na}^+$  u procjednoj vodi između vrha, sredine i dna padine s time da se statistički značajna razlika nalazi između vrha padine u odnosu na sredinu i dno padine. Preciznije, nema statistički značajne razlike između koncentracije  $\text{Na}^+$  u procjednoj vodi uzorkovanoj na sredini i dnu padine.

Što se tiče koncentracije  $\text{K}^+$  statistički je značajna razlika u procjednoj vodi između vrha, sredine i dna padine. Statistički značajna razlika koncentracije  $\text{K}^+$  vidljiva je u sredini padine u odnosu na koncentracije  $\text{K}^+$  na vrhu i dnu padine. Statistički značajne razlike u koncentraciji  $\text{K}^+$  u procjednoj vodi nema između vrha i dna padine.

Iz Tablice 4.4. se također vidi kako kod vode površinskog otjecanja nema statistički značajne razlike u koncentracijama elemenata.

**Tablica 4.1.** Kakvoća procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina od 30. ožujka 2021. godine.

OZNAKA UZORKA			pH 25°C	E.C. mS m <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	DOC	
mg L <sup>-1</sup>																	
<b>PROCJEDNA VODA</b>	<b>VRH PADINE</b>	L – 1	6,0	10,4	34	1,2	6,7	0,12	0,25	6,5	12	8,3	2,9	3,7	2,5	7,3	
		L – 2	6,3	15,8	70	1,1	0,49	<0,033	0,074	7,2	11	15	1,8	6,0	5,3	6,6	
		L – 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 4	6,1	11,7	50	1,1	<0,35	0,11	0,11	7,0	14	9,5	2,0	4,4	4,4	5,8	
		L – 5	6,5	17,9	78	1,1	2,9	0,082	0,10	7,5	12	19	1,9	5,9	5,4	5,9	
		L – 6	6,1	15,0	55	1,4	1,8	<0,033	0,061	8,9	15	14	1,7	4,9	4,1	6,2	
	<b>SREDINA PADINE</b>	L – 7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 8	6,3	17,8	90	0,93	<0,35	0,033	0,055	6,7	14	16	1,2	7,7	4,1	4,1	
		L – 9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 10	6,3	14,6	53	1,1	6,4	0,053	0,049	6,3	12	15	1,1	4,8	2,4	4,1	
		L – 11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 12	6,2	14,6	66	2,5	<0,35	0,082	0,086	5,9	15	13	1,5	5,0	3,4	6,4	
	<b>DNO PADINE</b>	L – 13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 18	6,2	13,6	61	1,6	<0,35	0,059	0,052	6,2	11	14	1,6	4,3	2,4	7,5	
<b>VODA POVRŠINSKOG OTJECANJA</b>	LIJEVO	PO – 1	7,0	38,1	221	23	<0,35	0,082	0,22	4,8	5,0	28	14	5,5	7,3	19	
	SREDINA	PO – 2	6,8	19,4	99	6,5	0,36	0,12	0,23	5,1	12	18	7,2	4,3	3,0	12	
	DESNO	PO – 3	6,8	22,8	116	12	<0,35	0,039	0,51	4,9	6,1	15	7,8	3,4	2,5	19	

\*Na datum uzorkovanja nije bilo uzorka (vode) u sustavu  
< označava granicu kvantifikacije analitičkog instrumenta

**Tablica 4.2.** Kakvoća procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina od 30. travnja 2021. godine.

OZNAKA UZORKA			pH 25°C	E.C. mS m <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	DOC	
			mg L <sup>-1</sup>														
PROCJEDNA VODA	VRH PADINE	L – 1	6,2	11,2	32	1,1	6,9	0,24	0,40	6,4	13	9,4	2,5	4,3	3,1	6,4	
		L – 2	6,4	13,7	64	1,9	<0,35	<0,033	0,077	6,9	14	13	1,9	4,9	5,6	7,0	
		L – 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 4	6,3	15,8	61	2,1	<0,35	0,062	0,13	8,0	23	14	2,3	5,6	5,5	8,8	
		L – 5	6,7	22,4	117	1,7	0,50	0,053	0,071	8,6	12	25	1,7	7,4	6,2	9,2	
		L – 6	6,3	14,2	53	2,2	2,3	0,053	0,11	8,8	18	13	1,6	4,9	5,1	5,5	
	SREDINA PADINE	L – 7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 8	6,4	16,4	84	1,8	<0,35	<0,033	0,055	7,4	15	15	<1,0	6,5	3,6	5,4	
		L – 9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 10	6,5	14,2	64	0,87	2,4	0,036	0,037	4,9	11	16	1,1	4,6	2,0	4,1	
		L – 11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	DNO PADINE	L – 12	6,5	15,9	73	2,9	0,99	0,072	0,071	7,1	15	16	1,1	5,3	3,9	6,7	
		L – 13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		L – 18	6,5	13,6	69	3,3	<0,35	<0,033	0,037	7,2	10	14	1,5	4,1	2,2	11	
VODA POVRŠINSKOG OTJECANJA	LJEVO	PO – 1	7,2	47,9	270	32	<0,35	0,076	1,8	8,5	13	28	20	5,0	8,0	28	
	SREDINA	PO – 2	7,2	45,3	252	31	<0,35	0,10	2,8	6,3	10	27	18	5,1	7,3	36	
	DESNO	PO – 3	7,2	42,8	252	30	<0,35	0,062	1,1	6,3	9,1	29	14	5,8	5,5	14	

\*Na datum uzorkovanja nije bilo uzorka (vode) u sustavu  
< označava granicu kvantifikacije analitičkog instrumenta



**Tablica 4.3.** Kakvoća procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina od 28. svibnja 2021. godine.

OZNAKA UZORKA			pH 25°C	E.C. mS m <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	DOC
			mg L <sup>-1</sup>													
PROCJEDNA VODA	VRH PADINE	L – 1	6,1	11,1	50	2,0	<0,35	<0,033	0,077	5,9	16	9,9	2,1	4,2	3,1	5,7
		L – 2	6,1	15,2	76	1,1	<0,35	<0,033	0,055	5,7	36	14	1,9	5,7	5,6	11
		L – 3	6,3	17,7	72	1,0	<0,35	<0,033	0,049	4,6	30	19	1,4	6,3	5,6	9,5
		L – 4	6,2	15,5	70	0,8	<0,35	<0,033	0,24	5,4	19	13	5,6	6,0	2,6	24
		L – 5	6,4	22,8	122	0,96	<0,35	0,16	0,077	6,0	14	27	1,8	7,8	5,8	8,6
		L – 6	6,1	13,5	67	1,3	<0,35	<0,033	0,071	5,9	10	13	2,1	4,7	2,9	12
	SREDINA PADINE	L – 7	6,5	20,3	114	1,0	3,5	0,033	0,22	3,4	13	27	2,5	7,9	1,4	8,4
		L – 8	6,3	14,3	76	1,5	<0,35	<0,033	0,067	4,9	14	13	1,2	5,8	2,8	5,8
		L – 9	6,4	14,7	78	1,0	<0,35	<0,033	0,058	3,4	16	19	1,7	5,2	1,9	8,1
		L – 10	6,2	13,1	66	1,2	<0,35	<0,033	0,077	4,5	16	13	1,1	4,2	2,0	9,5
		L – 11	6,0	11,8	56	1,4	<0,35	<0,033	0,071	3,6	18	12	1,1	4,5	2,5	8,7
		L – 12	6,0	12,3	61	1,2	<0,35	0,12	0,17	3,9	17	11	2,2	4,7	2,8	8,0
	DNO PADINE	L – 13	6,5	21,8	120	0,90	<0,35	0,056	0,22	3,2	18	30	3,0	8,1	1,3	9,6
		L – 14	6,0	11,4	41	1,3	0,69	<0,033	0,064	4,8	24	11	2,6	4,3	1,8	5,3
		L – 15	6,5	16,7	79	0,79	6,4	<0,033	0,19	4,5	17	21	2,5	6,0	1,3	6,2
		L – 16	6,2	13,1	61	0,81	6,6	0,066	0,24	3,6	14	16	3,1	4,8	1,2	6,0
		L – 17	6,1	10,3	53	1,0	<0,35	0,072	0,18	2,9	33	11	2,8	3,9	1,4	8,2
		L – 18	6,2	13,2	75	1,2	<0,35	<0,033	0,052	4,1	8,7	14	1,6	4,1	1,9	10
VODA POVRŠINSKOG OTJECANJA	LJEVO	PO – 1	6,6	39,8	183	16	<0,35	0,099	2,5	6,9	10	31	21	4,5	3,6	81
	SREDINA	PO – 2	6,2	36,9	165	13	<0,35	0,066	2,8	9,3	14	31	27	5,5	2,1	106
	DESNO	PO – 3	6,1	35,3	162	16	0,35	0,089	2,8	7,2	13	24	23	4,8	2,2	101
< označava granicu kvantifikacije analitičkog instrumenta																

**Tablica 4.4.** Rezultati statističke obrade rezultata elementarnog sastava procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina s obzirom na položaj lizimetra na padini, odnosno s obzirom na položaj sustava za površinsko otjecanje u razdoblju od 30. ožujka – 28. svibnja 2021. godine.

POLOŽAJ NA PADINI		pH	E.C.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	DOC
		25°C	mS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>											
PROCJEDNA VODA	VRH	6,3 <i>a</i>	15,2 <i>a</i>	67 <i>a</i>	1,36 <i>a</i>	1,55 <i>a</i>	0,072 <i>a</i>	0,122 <i>a</i>	6,8 <i>a</i>	16,7 <i>a</i>	14,7 <i>a</i>	2,2 <i>a</i>	5,4 <i>a</i>	4,6 <i>a</i>	8,7 <i>a</i>
	SREDINA	6,3 <i>a</i>	15,0 <i>a</i>	73 <i>a</i>	1,45 <i>a</i>	1,34 <i>a</i>	0,049 <i>a</i>	0,084 <i>a</i>	5,2 <i>b</i>	14,6 <i>a</i>	15,5 <i>a</i>	1,4 <i>b</i>	5,5 <i>a</i>	2,7 <i>b</i>	6,8 <i>a</i>
	DNO	6,3 <i>a</i>	14,2 <i>a</i>	70 <i>a</i>	1,35 <i>a</i>	1,93 <i>a</i>	0,048 <i>a</i>	0,129 <i>a</i>	4,6 <i>b</i>	16,9 <i>a</i>	16,3 <i>a</i>	2,3 <i>a</i>	4,9 <i>a</i>	1,7 <i>b</i>	8,0 <i>a</i>
	<i>Statistička značajnost</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>P&lt;0,001</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>P&lt;0,05</i>	<i>n.s.</i>	<i>P&lt;0,001</i>
VODA POVRŠINSKOG OTJECANJA	LIJEVO	6,9 <i>a</i>	41,9 <i>a</i>	225 <i>a</i>	23,8 <i>a</i>	0,35 <i>a</i>	0,085 <i>a</i>	1,48 <i>a</i>	6,7 <i>a</i>	9,3 <i>a</i>	29 <i>a</i>	18,2 <i>a</i>	5,0 <i>a</i>	6,3 <i>a</i>	43 <i>a</i>
	SREDINA	6,7 <i>a</i>	33,9 <i>a</i>	172 <i>a</i>	16,6 <i>a</i>	0,35 <i>a</i>	0,096 <i>a</i>	1,94 <i>a</i>	6,9 <i>a</i>	12,1 <i>a</i>	25 <i>a</i>	17,4 <i>a</i>	5,0 <i>a</i>	4,1 <i>a</i>	51 <i>a</i>
	DESNO	6,7 <i>a</i>	33,6 <i>a</i>	176 <i>a</i>	19,5 <i>a</i>	0,35 <i>a</i>	0,064 <i>a</i>	1,45 <i>a</i>	6,1 <i>a</i>	9,4 <i>a</i>	23 <i>a</i>	15,1 <i>a</i>	4,7 <i>a</i>	3,4 <i>a</i>	45 <i>a</i>
	<i>Statistička značajnost</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<i>Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite pri P&lt;0,05; n.s. – nije statistički značajna razlika</i>															

Elementi za koje je utvrđena značajna statistička razlika u koncentracijama kod procjedne vode s obzirom na položaj lizimetra na padini su: klor, kalij i natrij. Svi ovi elementi u vinogradsko tlo najčešće dolaze putem gnojidbe. Kalij je element koji je važan za postizanje visoke kvalitete grožđa pa ga u vinogradarstvu još nazivaju elementom kvalitete. Karakteristike kalija pri folijarnoj gnojdbi su da se dobro usvaja iz tla i preko lista. Ključni čimbenik koji onemogućava usvajanje K iz tla je kompeticija s ionima Mg i suša, odnosno nedovoljne količine vode u tlu (Gluhic 2013). Način na koji se kalij zadržava u tlu je pomoću kationske izmjene. Ona tla koja imaju fine čestice, teška glinovita tla imaju veću sposobnost zadržavanja pozitivno nabijenih iona od tla s velikim česticama, kao što su pjeskovita tla (Reicks, 2017.). Klor u tlo najčešće dolazi putem KCl i NPK gnojiva u formulaciji 7 – 20 – 30 i dušik je u amonijskom obliku, fosfor je vodotopiv, a kalij dolazi u obliku kalijevog klorida. Klor se u tlo dodaje onda kada se želi sniziti pH tla. Ona gnojiva koja dolaze u formulacijama bez klora manje zakiseljavaju tlo pa su zbog toga pogodnija za uzgoj vinove loze (Lincmajer, 2008.). Prema Gašparu i sur. (2011.) vinogradi u kojima se proizvode vrhunska vina tla se gnoje mineralnim gnojivima bez klora. Natrij se u tlu nalazi u složenom obliku, a u tlo najčešće dolazi putem gnojidbe natrijevim nitratom ( $\text{NaNO}_3$ ). Natrijev nitrat na tlo djeluje alkalno te dugoročno može prouzročiti pogoršanje strukture tla (Maddela i sur. 2016.). Ono se uglavnom koristi kao prihrana koja se primjenjuje u proljeće. Klor, kalij i natrij biljke primaju kao ione iz otopine tla. Njihova biokemijska uloga je balansirati koncentracije aniona, aktivirati enzime, kontrolirati elektro-potencijale.

Minerali u tlu određuju kolika je protočnost iona u tlu. Negativno nabijene čestice tla privlače ione koji su pozitivno nabijeni. Također i struktura tla utječe na vezanje određenih iona u tlu. Osim ovih parametara, važan je i gradijent koncentracije iona. Gradijenti koncentracije iona se stvaraju i nalaze na biološkim membranama uz pomoć enzima ionske pumpe koji sudjeluju u transportu ionske otopine poput natrija, kalija, vodikovih iona i kalcija kroz membranu. Da bi se mogao stvoriti gradijent potrebna je energija stoga je gradijent oblik pohranjene energije (Deamer, 2011.). Ako gledamo gradijent koncentracije u odnosu na nagib, odnosno padinu, gradijent koncentracije predstavlja koncept gradijenta niz padinu. Isto tako, tijekom difuzije, molekule se pomiču prema gradijentu koncentracije. Ukoliko je gradijent koncentracije veći, dogodit će se i veća brzina difuzije (Socratic, 2015.).

## 5. Zaključak

Istraživanje se temeljilo na određivanju kemijske kakvoće procjedne vode i vode površinskog otjecanja vinogradskog padinskog tla na pokušalištu Jazbina. Određivani su parametri kemijske kakvoće vode, a to su: pH vrijednost, električna vodljivost, koncentracije  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  i otopljenog organskog ugljika (DOC). Istraživanje je trajalo tri mjeseca tijekom 2021. godine. Uzorci su se uzimali u ožujku, travnju i svibnju. Dobiveni rezultati prikazuju kako su dobivene vrijednosti, u velikoj većini, u skladu s MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije) vrijednostima koje su propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008), iako ima i onih vrijednosti koje se nisu poklapale s propisanim vrijednostima.

Kod rezultata koji su dobiveni u ožujku vidljivo je kako su pH vrijednosti ispod propisanih MDK vrijednosti, dok koncentracije  $\text{NH}_4^+$  premašuju vrijednosti od  $0,50 \text{ mg L}^{-1}$  te da koncentracija  $\text{K}^+$  također premašuje MDK vrijednosti kod vode površinskog otjecanja na lijevoj strani padine. Ostali izmjereni parametri ne premašuju maksimalne dozvoljene koncentracije. Rezultati iz četvrtog mjeseca prikazuju kako su pH vrijednosti kod procjedne vode i vode površinskog otjecanja uglavnom unutar propisanih granica. Koncentracije koje premašuju MDK vrijednosti su  $\text{NH}_4^+$  i koncentracije  $\text{K}^+$  kod uzoraka vode površinskog otjecanja. Sve ostale vrijednosti koje se nalaze u tablici ne odstupaju od propisanih vrijednosti. Uzorci iz svibnja prikazuju mala odstupanja pH vrijednosti i  $\text{NH}_4^+$  vrijednosti procjedne vode i vode površinskog otjecanja, dok koncentracije  $\text{K}^+$  iona premašuju propisane MDK vrijednosti kod vode površinskog otjecanja. Ostale vrijednosti u tablici ne odstupaju od propisanih MDK vrijednosti.

Statistička obrada rezultata elementarnog sastava procjedne vode i vode površinskog otjecanja na pokušalištu Jazbina učinjena je s obzirom na položaj lizimetra na padini, odnosno s obzirom na položaj sustava za površinsko otjecanje na dnu padine (lijevo, sredina, desno) za razdoblje od 30. ožujka – 28. svibnja 2021. godine. Rezultati prikazuju visoko značajnu razliku u koncentracijama  $\text{Cl}^-$  i  $\text{Na}^+$  pri čemu je njihova najviša koncentracija zabilježena na vrhu padine u odnosu na sredinu i dno padine između kojih nije bilo statistički značajne razlike. Također, kod koncentracije  $\text{K}^+$  u procjednoj vodi potvrđena je značajna razlika u koncentraciji na sredini padine gdje je ona bila najniža u usporedbi s vrhom i dnom padine između kojih nije bilo razlike. Kod vode površinskog otjecanja nema statistički značajne razlike u koncentracijama elemenata.

Rezultati ovoga diplomskog rada doprinose identifikaciji kakvoće vodnih resursa na istraživanoj lokaciji te unaprjeđenju metodologije uzorkovanja u prvom redu procjedne vode padinskih tala s obzirom da rezultati upućuju na razlike u koncentraciji iona s obzirom na položaj lizimetra na padini. U daljnjim istraživanjima potreban je nastavak praćenja kemijskih parametara i trajna kontrola (monitoring) kako bi kakvoća ovih vodnih resursa ostala na odgovarajućoj razini te ne bi dovela do većih onečišćenja okoliša.

## 6. Popis literature

1. Benčak, K. (2018). Utjecaj nagiba terena na kemijska svojstva rigolanog tla iz pseudogleja obronačnog, Diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
2. Bogunovic, I., Pereira, P., Kistic, I., Sajko, K., Sraka, M. (2018) Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia). Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/> - pristup: 12. rujna 2021.
3. Britannica. Dostupno na: <https://www.britannica.com/> - pristup 27. kolovoza 2021.
4. Bučar M. (2008.) Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske: staništa, vrijeme cvjetanja, medonosna svojstva. Matica hrvatska. Petrinja.
5. Deamer D. (2011) Gradijenti koncentracije. U: Gargaud M. i sur. (eds) Enciklopedija astrobiologije. Springer, Berlin, Heidelberg. Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-11274-4> - pristup 26. kolovoza 2021.
6. Direktiva 2000/60/Ez Europskog Parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike
7. EOS, Earth observing system, Water erosion. Dostupno na: <https://eos.com/> - pristup 12. rujna 2021.
8. Gardner R. (2006.) Surface and Groundwater. Cornell University. Dostupno na: <https://pesticidestewardship.org/water/> - pristup 12. kolovoza 2021.
9. Gašpar M., Karačić A. 2011. Podizanje vinograda sa zaštitom vinove loze (1. izdanje). Federalni agromediterranski zavod Mostar, Mostar, Bosna i Hercegovina. <https://www.faz.ba/sites/default/files/publikacije/Prirucnik%20Vinova%20loza.pdf> – pristup 26. kolovoza 2021.
10. Gluhic D. (2013.). Uloga dušika, fosfora i kalija u ishrani vinove loze. Glasnik zaštite bilja, Zagreb. Dostupno na: <https://www.zastitabilja.com.hr/> - pristup 26. kolovoza 2021.
11. HRN EN 1484:2002 (2002). Ispitivanje vode – Smjernice za određivanje ukupnog organskog ugljika (UOU) i otopljenog organskog ugljika (OOU) (EN 1484:1997). Internacionalni standard, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska.
12. HRN EN 27888:2008(2008). Kakvoća vode – Određivanje električne vodljivosti (ISO 7888:1985; EN 27888:1993). Internacionalni standard, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska.
13. HRN EN ISO 10523:2012 (2012). Kvaliteta vode – Određivanje pH vrijednosti (ISO 10523:2008; EN ISO 10523:2012). Internacionalni standard, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska.
14. HRN EN ISO 11732:2008 (2008). Kakvoća vode – Određivanje amonijevog dušika – Metoda protočne analize uz spektrometrijsku detekciju (ISO 11732:2005; EN ISO 11732:2005). Internacionalni standard, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska.
15. HRN EN ISO 13395:1998 (1998). Kakvoća vode – Određivanje nitritnog i nitratnog dušika i njihove sume s protočnom analizom i spektrometrijskom metodom (ISO 13395:1996; EN ISO 13395:1996).
16. HRN EN ISO 15682:2000 (2000). Kakvoća vode – Određivanje klorida analizom protoka (CFA i FIA) i fotometrijskom ili potenciometrijskom detekcijom (ISO 15682:1992; EN ISO 15682:1992).

17. HRN EN ISO/IEC 17025:2017 (2017). Ocjenjivanje sukladnosti i akreditacija Hrvatskog zavoda za norme, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska.
18. Husnjak S. (2014). Sistematika tala Hrvatske. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
19. IFA-Tulln Test Systems Proficiency Testing Scheme (od 2013). Međulaboratorijska usporedba za uzorke prirodne (podzemne i površinske) vode. University of Natural Resources and Life Sciences, Department for Agrobiotechnology, Beč, Austrija.
20. Kantoci D. (2008.) Obrada tla u vinogradu, gnojidba i zaštita vinograda. Glasnik zaštite bilja, Zagreb. Dostupno na: <https://www.zastitabilja.com.hr/> - pristup 13. lipnja 2021.
21. Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Mesić, M., Nestroy, O., Sabolić, M. (2005) Erozijska tla vodom pri različitim načinima obrade. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
22. Lincmajer M. (2008.) Gnojidba vinograda – urea u vinogradarstvu. Glasnik zaštite bilja, Zagreb. Dostupno na: <https://www.zastitabilja.com.hr/> - pristup 26. kolovoza 2021.
23. Maddela N. R., Rangaswamy Rangaswamy., Golla N. (2016.) Soil Physicochemical Properties, Reseach Gate. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/> - pristup 26. kolovoza 2021.
24. Matković D., Gluhic D. (2016.) Biljno-hranidbeni kapacitet vinogradarskih tala centralne istre na lokalitetu Grimalda. Glasnik zaštite bilja, Zagreb. Dostupno na: <https://www.zastitabilja.com.hr/> - pristup 13. lipnja 2016.
25. Mirošević N., Karoglan Kontić J. (2008.) Vinogradarstvo. Nakladni zavod Globus. Zagreb.
26. Narodne novine (2008.). Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. 47/2008.
27. Novak, K. (2017). Utjecaj ektomikorize na mehanički i kemijski sastav grožđa sorte cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.), Diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
28. Ondrašek G., Petošić D., Tomić F., Mustać I., Filipović V., Petek M., Lazarević B., Bubalo M. (2015). Voda u agroekosustavima. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
29. Prosdocimi, M., Cerdá, A., Tarolli, P. (2016) Soil water erosion on Mediterranean vineyards: a review. *Catena*. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/> - pristup 12. rujna 2021.
30. Reicks S. (2017.) Potassium Behavior in Soil. Dostupno na <https://intelseed.ca/> - pristup 25. kolovoza 2021.
31. Socratic Q&A, Biology. Dostupno na: <https://socratic.org/> - pristup 26. kolovoza 2021.
32. Sofilić T. (2014.) Unošenje onečišćujućih tvari u okoliš emisijom u vode. Ekotoksikologija. Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 64 – 65.
33. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet. Dostupno na: <https://www.agr.unizg.hr/> - pristup 15. kolovoza 2021.
34. Syngenta. Dostupno na: <https://www.syngenta.hr/> - pristup 10. kolovoza 2021.
35. Šikić Z. (2016). Sustavi gospodarenja vodom. Sveučilište u Zadru. Zadar.
36. Šimunić I. (2013.) Uređenje voda. Hrvatska sveučilišna naklada. Zagreb.



37. Špoljar A. (2019.) Konzervacija i remedijacija tla. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima. Križevci.
38. Toppr, Differentiate between gravitational water and capillary water. Dostupno na: <https://www.toppr.com/> - pristup: 30. kolovoza 2021.
39. Vaudour, E., Leclercq, L., Gilliot, J.M., Chaignon, B. (2017) Retrospective 70 y-spatial analysis of repeated vine mortality patterns using ancient aerial time series, Pléiades images and multi-source spatial and field data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/> - pristup: 12. rujna 2021.
40. Vedantu, Generally, gravitational water is utilized by the plants. Dostupno na: <https://www.vedantu.com/> - pristup: 30. kolovoza 2021.
41. Vukadinović V. (2021). Pedologija i zemljišni resursi. Dostupno na: <https://pedologija.com.hr/> - pristup 1.lipnja 2021.

## **7. ŽIVOTOPIS**

Sena Rakipović, rođena je 14. ožujka 1996. godine u Osijeku. Osnovnoškolsko glazbeno obrazovanje završila je 2010. godine. Srednjoškolsko obrazovanje završila je u Općoj gimnaziji u Valpovu 2015. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij Sanitarnog inženjerstva na Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu. Nakon završetka preddiplomskog studija s titulom bacc. sanit. ing. upisuje Specijalistički studij sanitarnog inženjerstva na Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu i Diplomski studij, usmjerenje Agroekologija - Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu.