

Utjecaj klimatskih promjena na bilancu oborinskih voda u tlu

Sertić, Dora

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:812609>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA BILANCU OBORINSKE VODE U TLU

DIPLOMSKI RAD

Dora Sertić

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Agroekologija

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA BILANCU OBORINSKE VODE U TLU

DIPLOMSKI RAD

Dora Sertić

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Mario Sraka

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Dora Sertić**, JMBAG 0178104959, rođena 19.07.1996. u Zagrebu,
izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA BILANCU OBORINSKE VODE U TLU

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 studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Dore Sertić**, JMBAG 0178104959, naslova

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA BILANCU OBORINSKE VODE U TLU

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|-------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv. prof. dr.sc. Mario Sraka | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc. Ivica Kisić | član | _____ |
| 3. | prof. dr. sc. Ivan Šimunić | član | _____ |

Zahvala

Zahvaljujem svom mentoru, izv. prof. dr. sc. Mariju Sraki, na pruženoj pomoći, razumijevanju, odličnoj komunikaciji i uloženom trudu u ovaj rad.

Zahvaljujem kolegama, prijateljima i obitelji na pruženoj potpori i motivaciji kroz studiranje, a posebno zahvaljujem ocu za najveću podršku tijekom čitavog mog školovanja.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. Pregled literature	3
2.1. Geografski položaj Istre.....	3
2.1.1. Geografski položaj Pule i Pazina	3
2.2. Geomorfološke značajke Istre.....	4
2.3. Pedološke značajke Istre.....	7
2.3.1. Rendzina	8
2.3.2. Crvenica (<i>terra rossa</i>).....	9
2.4. Klima Istre	10
3. Materijali i metode	14
4. Rezultati i rasprava	15
4.1. Klimatske značajke	15
4.1.1. Temperatura zraka	15
4.1.2. Oborine	18
4.1.3. Relativna vlažnost zraka	21
4.1.4. Brzina vjetra.....	23
4.1.5. Insolacija	24
4.3. Bilanca oborinske vode u tlu	28
5. Zaključak.....	33
6. Popis literature.....	34
7. Prilog.....	36
7.1. Geološke karte	37
Životopis	39

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Dore Sertić**, naslova

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA BILANCU OBORINSKE VODE U TLU

Uzevši u obzir globalne klimatske promjene, cilj rada je bio utvrditi odražavaju li se one na područje Istre u vidu promjene vrijednosti klimatskih čimbenika, odnosno bilance vode na dvije pedološki i klimatološki različite lokacije: središnja i jugozapadna Istra. Dobiveni rezultati upućuju na značajan porast prosječne temperature zraka razdoblja 2000.-2019. u odnosu na 1980.-1999., te značajne promjene u količini i raspodjeli oborina. Usporedbom bilance vode prvog i drugog razdoblja na primjeru sušne godine utvrđena je znatno veća potreba za vodom u razdoblju vegetacije na obje lokacije, kao i veća potreba za odvodnjom na području Pazina. Analiza klimatskih čimbenika i hidropedološki izračuni upućuju na sve češće pojave klimatskih ekstrema u budućnosti te zahtijevaju prilagodbu poljoprivrede na klimatske promjene.

Ključne riječi: klimatske promjene, bilanca vode, tlo, Istra

Summary

Of the master's thesis – student **Dora Sertić**, entitled

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON WATER BALANCE IN SOIL

Taking global climate change into account, the aim was to determine whether it affects the area of Istria in the form of changes in the values of climatic factors, ie water balance in two pedologically and climatologically different locations: central and southwestern Istria. The obtained results indicate a significant increase in the average air temperature in the period 2000-2019 compared to 1980-1999, and significant changes in the amount and distribution of precipitation. Comparing the water balance of the first and second periods on the example of a dry year, there was a significantly higher need for water in the vegetation period at both locations, as well as a greater need for drainage in the area of Pazin. Climate analysis and hydropedological calculations point to the increasing occurrence of climate extremes in the future and require the adaptation of agriculture to climate change.

Keywords: climate change, water balance, soil, Istria

1. Uvod

Krajem 18.-og stoljeća započelo je razdoblje koje će u potpunosti usmjeriti razvoj modernog društva – industrijska revolucija. U ljudske djelatnosti naglo su uvedena fosilna goriva koja se danas uzimaju kao jedan od najvećih uzročnika antropogene promjene globalnih klimatoloških prilika. Antropogene emisije efektom staklenika dovele su do pomicanja klimatskih zona te izlaganja ekosustava ekstremnim vrijednostima temperature i padalina. Neuobičajeni ekstremi zatim dovode do promjena strukture, sastava i funkcionalnosti ekosustava. Urbanizacija je uzrokovala prekomjeran rast populacije, a prenapučenost planeta Zemlje rezultira porastom stočarske proizvodnje, kao i deforestacijom, dva kritična uzročnika globalnog porasta temperature. Iako Zemlja prirodno prolazi kroz razdoblja zagrijavanja, odnosno hlađenja, brzina promjene temperature trenutno je drastično veća nego što bi trebala biti u odnosu na sve promjene temperature u Zemljinoj povijesti. Budući da svijest o tom neuobičajenom rastu temperature i klimatskim promjenama raste, 2015. godine održana je Pariška konferencija Ujedinjenih naroda (UN) o klimatskim promjenama na kojoj je donešen sporazum potpisan od strane 194 države, uključujući Hrvatsku. Sporazum opisuje plan djelovanja kako bi se globalno zatopljenje ograničilo na razini „znatno manjoj od 2°C”. Prema tome se porast svjetske temperature treba zadržati na razini manjoj od 2°C u odnosu na predindustrijske razine te treba ulagati napore da se taj porast ograniči na 1,5°C. Uzevši u obzir navedene vrijednosti, predviđanja oko kretanja temperature u budućnosti kao i praćenje krivulje od 2015. temelje se upravo na ograničenju od 1,5°C, te se prema Međuvladinom panelu o klimatskim promjenama (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) očekuje kako će ovom brzinom zagrijavanja svjetska temperatura doseći granicu zagrijavanja od 1,5°C oko 2040. godine.

Unatoč donošenju sporazuma, stanje nakon 2015. nije pokazalo nikakav napredak, dapače, Nacionalna agencija za istraživanje oceana i atmosfere (engl. *National Oceanic and Atmospheric Administration*, NOAA) izvještava kako se pet najtoplijih godina u posljednjih 140 godina dogodilo upravo od 2015., od kojih je 2019. druga najtoplija te se bilježi porast temperature površine kopna i mora za 0,95°C u odnosu na prosjek razdoblja od 1880. godine, od čega je porast od 1,42°C prisutan na kopnu, a 0,77°C na moru. Porast temperature nije ujednačen globalno, pa se tako u Europi bilježi porast od 0,46°C u odnosu na 0,18°C porasta na svjetskoj razini.

Upravo je porast temperature najistaknutija promjena klime te izravno utječe i na sve druge klimatske parametre, čime uzrokuje mnogobrojne promjene ekosustava, poput ubrzanog topljenja permafrosta, ledenjaka i snijega; povećanja učestalosti, intenziteta i trajanja toplinskih udara i suše, posebice u središnjoj Europi i

Mediterranu; gubitka biološke raznolikosti; pojačanog rizika i ozbiljnosti šumskih požara; te uzrokuje posebnu opasnost za opstanak borealnih šuma. U pitanje se također dovode i izvori pitke vode, kao i kvaliteta vode. Iz navedenih posljedica povišenja globalne temperature jasno je vidljiv obujam utjecaja na hidrološki ciklus. Povećanjem temperature raste kapacitet atmosfere za vodu, što uzrokuje porast količine kiše, no smanjenu prisutnost snijega. Oborine su sve češće neujednačene, ekstremnih vrijednosti, velikih variranja u trajanju i intenzitetu. Zbog takvog karaktera oborina, smanjena je infiltracija vode u tlo, a sve češće je prisutno njihovo erozivno djelovanje. Povećanje globalne temperature također uzrokuje ubrzanje evapotranspiracije, što zatim dovodi do isušivanja tla i smanjenja količine vode u vodotokovima. Budući da je voda jedan od osnovnih čimbenika biljnog rasta i razvoja, spomenuta dinamika hidrološkog ciklusa često dovodi do problema u uzgoju te potrebama za hidrotehničkim zahvatima.

Problematika promjene hidrološkog ciklusa i njegovih posljedica na poljoprivredu sve se više istražuje, posebice na gospodarski važnim lokalitetima. Jedno od takvih područja za Hrvatsku je Istra, poznata po vinogradarstvu, maslinarstvu, ali i razvoju ekološkog uzgoja. Kao dio Sjevernojadranske podregije, prisutan je utjecaj kontinentalnog zaleđa u središtu, dok priobalje i otoke obilježava tipična sredozemna klima (Bašić, 2014.). Budući da već postoji jasna razlika između klimatskih obilježja unutrašnjosti i obale unatoč blizini tih područja te maloj površini same regije, Istra je vrlo dobra lokacija za promatranje kretanja vrijednosti klimatskih parametara, te proučavanje opsega utjecaja klimatskih promjena na bilancu oborinske vode u tlu.

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi utjecaje klimatskih promjena u središnjoj i jugozapadnoj Istri kroz analizu klimatskih podataka na bilancu oborinske vode u rendzini i crvenici kao dominantnim tipovima tala na tom prostoru. Usporedbom klimatskih čimbenika kroz klimatska razdoblja 1980.-1999. te 2000.-2019. utvrdit će se postoje li značajne razlike između dva obuhvaćena razdoblja kao i dvije odabrane lokacije: Pazina i Pule. Temeljem utvrđenih manjkova vode u sušnim godinama utvrditi će se i redukcija prinosa maslina. Dobiveni rezultati će potvrditi ili odbaciti pretpostavku da postoje značajne razlike klimatskih parametara temperature zraka i količine oborina između obuhvaćenih razdoblja i lokacija istraživanja.

2. Pregled literature

2.1. Geografski položaj Istre

Istarski poluotok najveći je poluotok istočne obale Jadranskog mora s površinom od 3558 km², od čega 3135 km² (88%) pripada Hrvatskoj, 385 km² pripada Sloveniji, a 38 km² Italiji. Kao kopnena granica se uzima linija koja se pruža od Miljskog poluotoka do naselja Doline, sjevernim rubom Ćićarije do Klane, Kastva i uvale Preluke kraj Voloskog (Hrvatska enciklopedija, 2020.). Najveći dio Istarskog poluotoka zauzima Istarska županija s 2813 km² (Državni zavod za statistiku, 2020.), čija su granice prikazane na slici 2.1.1., a ostatak pripada Primorsko-goranskoj županiji. Istarskom poluotoku također pripada najzapadnija točka Hrvatske, Bačanija, rt Lako.



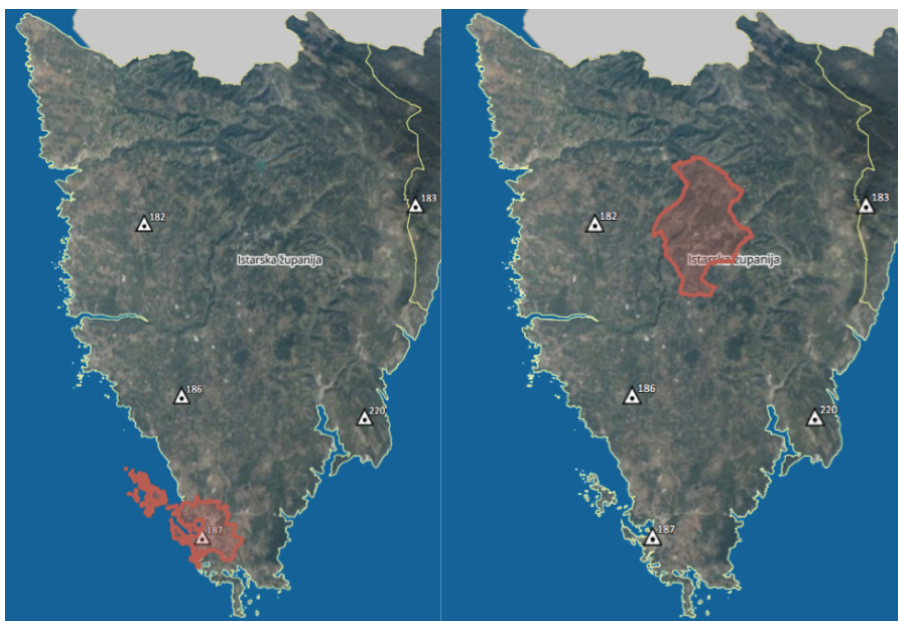
Slika 2.1.1. Digitalni ortofoto Istarske županije 2017.-18.

Izvor: Katastar državne geodetske uprave, 2020.

<https://www.katastar.hr/#/> -pristup 24.4.2020.

2.1.1. Geografski položaj Pule i Pazina

Područja koja predstavljaju središnju i jugozapadnu Istru, odnosno meteorološke postaje odabrane za analizu u ovom radu su Pula i Pazin (Slika 2.1.1.1.). Pula je grad na obalnom području Istre, nalazi se na samom vrhu Istarskog poluotoka, a Pazin pripada unutrašnjosti Istre.



Slika 2.1.1.1. Digitalni ortofoto grada Pule i grada Pazina 2017.-18.

Izvor: Katastar državne geodetske uprave, 2020.

<https://www.katastar.hr/#/-pristup 24.4.2020.>

2.2. Geomorfološke značajke Istre

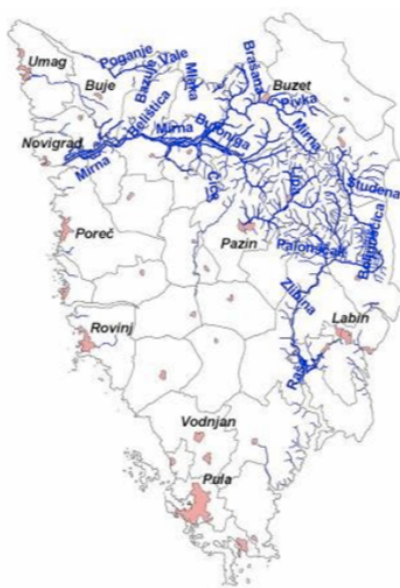
Na temelju orografskih, litoloških, strukturnih i morfogenetskih karakteristika Istre, njen je geomorfološki položaj prema Bognaru (2001.) klasificiran kao Dinarski gorski sustav. Prema navedenoj regionalnoj podjeli i pripadajućim klasifikacijskim jedinicama, Istra podrazumijeva sljedeće kategorije:

1. Makrogeomorfološka regija - Istarski poluotok s Kvarnerskim primorjem i arhipelagom
 - 1.1. Mezogeomorfološka regija - Gorska skupina Ćićarije s Učkom
 - 1.2. Mezogeomorfološka regija - Južnoistarska zaravan s Istarskim pobrđem
 - 1.3. Mezogeomorfološka regija - Kvarnerski arhipelag i Crveničko-Vinodolsko primorje s Kastavskom zaravni

Morfogeneza današnjeg reljefa Istre, kao i površinski raspored naslaga rezultat su pliocensko-pleistocenskih tektonskih pokreta (Vlahović i sur., 2005., prema Benac i sur., 2017.). Zapadnoistarska antiklinala izgrađena je od karbonatnih stijena, odnosno vapnenca i dolomita gornjojurske i kredne starosti, a na sjeveroistoku se pruža paleogenski bazen s vapnencima u podini, iznad kojih se nalaze lapori te siliciklastične stijene sa značajkama fliša u krovini. Lapori su 40-ak m debljine i građeni su od karbonatnih i siliciklastičnih komponenti različitih udjela. Debljina naslage fliša je 90-100 m čiji je donji sloj sastavljen od laporovitih i karbonatnih slojeva, a gornji sloj od tankoslojevitih karbonatno-siliciklastičnih naslaga (Bergant i

sur., 2003., prema Benac i sur., 2017.). Od Tršćanskog zaljeva na zapadu do Učke na istoku pružaju se lapori i flišne naslage u horizontalnom položaju (Benac i sur., 2017.) Glavni dio stijena Istarskog poluotoka čine lapori i naslage fliša koji su u cijelosti podložni brzom razgradnji, što ih također čini i jako erodibilnim. Prema tome, kroz morfogenezu Istre tijekom pleistocena i holocena značajna diferencijalna erozija rezultirala je uzvišenjima na mjestima gdje su više zastupljeni pješčenjaci, breče i konglomerati, te udubljenjima u koja je postupno nataložen erodirani materijal (Mihljević, 1998., prema Benac i sur., 2017.). Usporedo se na karbonatnim stijenama odvijao proces okršavanja zbog čega danas karbonatne stijene imaju obilježja krša, pri čemu su površinski vodotoci rijetki, a podzemne vode duboko su u podzemlju (Biondić i Biondić, 2014., prema Benac i sur., 2017.). Tereni nastali na laporu i naslagama fliša većinom su vodonepropusni s gustom mrežom površinskih vodotoka (Benac i sur., 2017.).

Površinski vodotoci Istre prikazani su na Slici 2.2.1. Najduži površinski vodotok u Istri je rijeka Mirna, s ukupnom duljinom od 53 km te 380 km² neposredne površine sliva (Mičetić i Petrović, 2001., prema Benac i sur., 2017.). Dragonja je rijeka duljine 28 km s površinom sliva od 95,6 km². Rijeka Raša dugačka je 50 km s površinom neposrednog sliva od oko 180 km². Danas su riječne doline spomenutih rijeka djelomično ispunjene sedimentima kao rezultat usporenog rasta i stagnacije morske razine (Benac i sur., 2017.).



Slika 2.2.1. Površinske vode Istarske županije

Izvor: Hrvatske vode (2003.), prema OIKON d.o.o. (2006.)

Sjevereni i sjeveroistočni rub poluotoka obilježavaju planine Učka i Ćićarija. Učka je duga 23 km (od prijevoja Poklona do rta Mašnjaka), te se pruža u smjeru sjever-jug. Širine je od 5 do 13 km, s najvišim vrhom Vojakom visine 1401 m. Sjeverno i sjeverozapadno od Učke nalazi se Ćićarija, brdovita visoravan koja se pruža od zaleđa Trsta i Kopra (sjeverozapadno) do zaleđa Rijeke i Opatije

(jugoistočno). Duljine je oko 45 km, širine 10-15 km, prosječne visine 700-800 m. Središnji dio poluotoka obilježava niže flišno pobrđe. Zbog vodonepropusnosti fliša, na oblikovanje reljefa znatan je utjecaj imao proces erozije. Važna su sastavnica i kompozitne doline rijeka Mirne i Raše. Pritoci rijeka imaju razgranatu mrežu na predjelima s flišnim naslagama, a na predjelima s karbonatnim, tvrdim stijenama tvore duboke i strme kanjone. Prosječna visina istarskog pobjrđa je 400 m (Istarska enciklopedija, 2005.).

Istarski ravnjak odnosi se na područje od Piranskog zaljeva do Plomina, nisko je i zaravnjeno s blago valovitom zaravni koja se pruža prema istoku visine do 400 m. Reljefni izgled navedenih prostornih cjelina Istre vidljiv je na slici 2.2.2. gdje je reljef Istre prikazan hipsometrijskom skalom u boji.



Slika 2.2.2. Digitalni model reljefa Istre, hipsometrijska skala u boji

Izvor: Geoportal državne geodetske uprave

<https://geoportal.dgu.hr> - pristup 3.5.2020.

Prema već rastumačenom geološkom sastavu, kao i različitim tipovima tala, Istra se dijeli na Bijelu Istru, Sivu Istru i Crvenu Istru (Slika 2.2.3.). Bijela Istra naziv dobiva po golom kršu, odnosno vapnencu, te odgovara području Učke i Čićarije. Siva Istra ime dobiva po sivim klastičnim naslagama, kao i prepoznatljivim sivim tonovima visoko zastupljene gline, a odnosi se na niže pobjrđe središnjeg dijela poluotoka. Crvena Istra odgovara području Ravnjaka, te joj ime potječe od nakupljanja crvenice uslijed ispiranja tla s brojnih nagiba.



Slika 2.2.3. Prikaz Bijele, Sive i Crvene Istre

Izvor: Istarska enciklopedija (2005.)

<http://istra.lzmk.hr/xq> -pristup 28.4.2020.

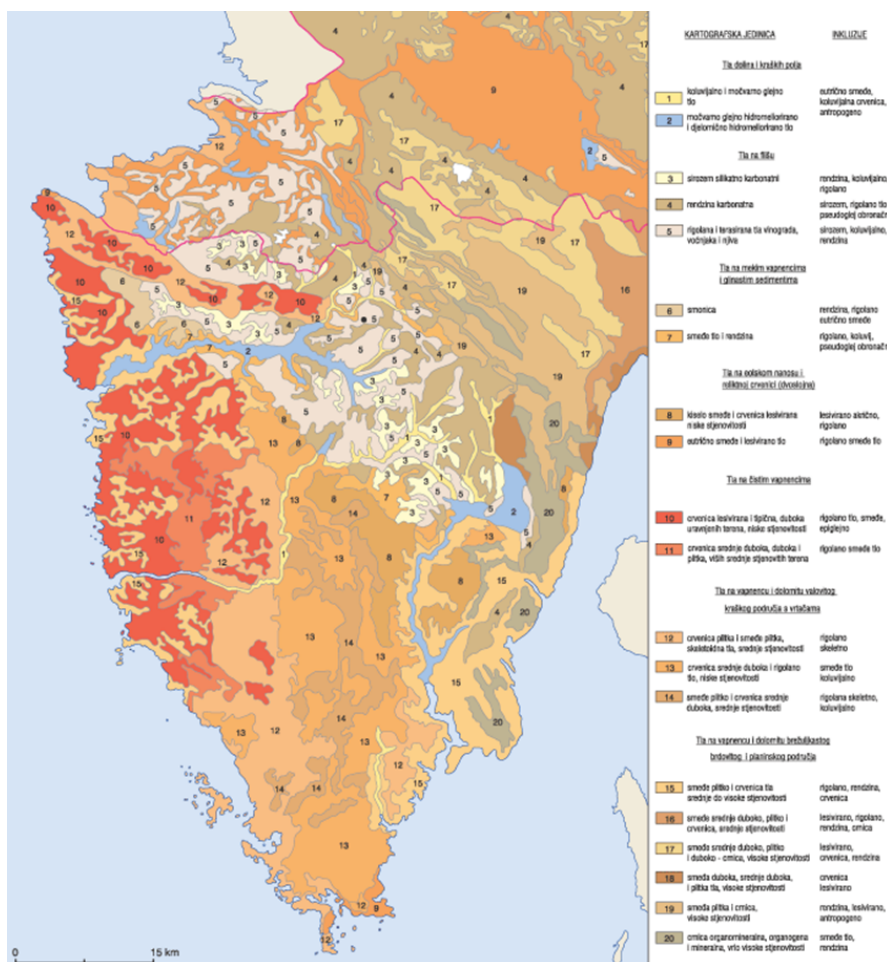
Prema Osnovnoj geološkoj karti SFRJ 1:100 000, područje Pule (Prilog 1) pretežito datira iz razdoblja donje krede i djelomično gornje krede, te se najčešće radi o tanko-uslojenim i pločastim vapnencima, debelo-uslojenim rudistnim vapnencima s ponegdje dolomitnim i vapnenim brečama. Područje Pazina (Prilog 2) uglavnom potječe iz razdoblja paleogena i gornje krede, te ga obilježavaju lapori, pješčenjaci, vapnene breče, konglomerati i različiti vapnenci (bituminozni, debelo-uslojeni rudistni i bioklastični te tanko-pločasti).

2.3. Pedološke značajke Istre

Istra čini relativno malu regiju s dva bitno različita matična supstrata potpuno različitih načina trošenja, koji čine primaran izvor materijala za tvorbu tala koje danas tamo nalazimo (Peh i sur., 2003.). Tvrdre karbonatne stijene Crvene i Bijele Istre obilježava primarno kemijsko trošenje, dok je kod fliša sive Istre istaknuto fizikalno trošenje gdje proces dopire puno dublje u stijenu.

Prema pedološkoj karti Istre u mjerilu 1:150 000 (Škorić i sur., 1987.) na području središnje Istre najzastupljeniji tipovi tala su rendzina (najčešće na flišu i laporovitom vapnencu, rjeđe na koluviju fliša), smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol), te rigolano terestričko tlo (rigosol) na flišu, a prisutni su i eutrično smeđe tlo (eutrični kambisol), koluvij, pseudoglej, crvenica lesivirana i tipična, sirozem (regosol), te distrično smeđe tlo (distrični kambisol). Na području

jugozapadne Istre najzastupljeniji su tipovi tala crvenica (tipična, lesivirana, antropogenizirana; plitka, srednje duboka i duboka), smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol), te rigolano tlo (rigosol) iz crvenice i smeđeg tla na vapnencu i dolomitu, a prisutno je i eutrično smeđe tlo (eutrični kambisol). Tla Istre i njihov raspored u prostoru vidljivi su na slici 2.3.1.



Slika 2.3.1. Pedološka karta Istre

Izvor: Istarska enciklopedija (2005.)

<http://istra.lzmk.hr/xq> -pristup 22.5.2020.

Crvenu Istru dominantno obilježava crvenica (*terra rossa*), te je time ovo tlo izabrano kao predstavnik područja grada Pule. Sivu Istru karakteriziraju nerazvijena tla, te je kao predstavnik područja grada Pazina u ovom radu izabrana rendzina.

2.3.1. Rendzina

Rendzina pripada razredu humusno-akumulativnih tala. Najčešće nastaje razvojem iz sirozema, koluvija i fluvijalnog tla (Husnjak, 2014.). Uglavnom se razvija na rastresitom matičnom supstratu poput fliša, lapora i dolomita, supstrata visoko zastupljenih na prostoru grada Pazina. Rendzina također nastaje na prethodno usitnjenom i premiještanom materijalu poput lesa. Najčešće nastaje na brežuljkastim i

brdovitim terenima, a ponekad i na nizinskim, zaravnjenim terenima. Uglavnom se razvija u uvjetima perhumidne klime na višim područjima, te humidne i semihumidne klime na nižim pozicijama (Husnjak, 2014.). Kombinacija ovih pedogenetskih faktora onemogućuje daljnji razvoj tla, stoga se rendzina zadržava na toj razini (Škorić, 1987., prema Gluhčić, 2005.). Građa profila je A-C ili R, odnosno Amo-AC-C ili R. Humusno-akumulativni horizont je karbonatan, izuzev posmeđenih i izluženih rendzina, debljine je do 40 cm (Husnjak, 2014.). Razvoj moličnog humusno-akumulativnog horizonta odvija se uslijed miješanja i razgradnje organske tvari s CaCO_3 , tvoreći tako horizont s dobro razvijenim organomineralnim kompleksom debljine do 53 cm (Škorić i sur., 1987.). Najčešće je prisutan prijelazni karbonatni AC horizont, uglavnom s rastresitim matičnim supstratom ispod, a rjeđe s čvrstom stijenom. Boja rendzine odgovara 2,5 YR ili žuće po Munsellovom atlasu boja (Singer i sur., 1998.).

Način vlaženja rendzine je automorfan te se oborinska voda slobodno procijedi kroz solum tla. Rendzine su jako heterogena tla te im svojstva uvelike ovise o svojstvima matičnog supstrata. Tekstura joj jako varira, te može biti pjeskovite, ilovaste, skeletno-ilovaste i glinaste teksture (Husnjak, 2014.). Rendzine na laporu težeg su mehaničkog sastava, ponekad pokazuju i vertičnost (Škorić i sur., 1987.), dok rendzine na lesu imaju najpovoljnije vodozračne odnose (Husnjak, 2014.). Neutralne su do slabo bazične pH vrijednosti, dobro opskrbljene hranjivima (Škorić, 1986., prema Gluhčić, 2005.). Budući da su svojstva rendzine jako varijabilna, njen proizvodni potencijal može se znatno razlikovati ovisno o svojstvima poput nagiba terena i ekološke dubine.

2.3.2. Crvenica (*terra rossa*)

Crvenica je tlo mediteranskog i submediteranskog područja (Škorić i sur., 1987.). Prema Husnjaku (2014.), crvenica se kategorizira kao tlo iz razreda rezidualnih kambičnih tala. Nastaje iz ocrveničene crnice vapnenačko-dolomitne formiranjem kambičnog horizonta iz čistih, tvrdih vapnenaca i dolomita paleozojske i mezozojske starosti, ponekad na brečama i tercijarnim vapnencima. Budući da je takva geološka podloga karakteristična za područje Pule, crvenica je tamo visoko zastupljena. Nastanak crvenice izrazito je spor proces čiji je prvi korak kemijsko trošenje, odnosno otapanje karbonata. U procesu nastanka tla ugljična kiselina (H_2CO_3) otapa stijenu te dolazi do dekarbonatizacije, ispiranja kalcija u obliku bikarbonata. Trošenje stijene tako ostavlja netopivi ostatak sastavljen uglavnom od silikata, oksida željeza, aluminijskih i drugih minerala. Za tvorbu mineralnog sloja od 1 cm debljine potrebno je 10 000 godina, budući da je za njegovu tvorbu potrebno otapanje sloja vapnenca debljine 5 m (Škorić, 1986., prema Gluhčić, 2005.). Može nastati na različitim reljefnim formama (brežuljkasti, brdoviti, zaravnjeni teren), no rjeđe se javlja na višim nadmorskim visinama. Crvenica nastaje u uvjetima semihumidne (takozvane „mediteranske”) klime s vrućim i suhim ljetima te blagim i

vlažnim zimama. Obilježava je dijagnostički rezidualni kambični (B)_{r,cr} horizont (nekadašnji (B)_{rz} horizont), stoga mu je građa profila opisana kao Aoh/mo-(B)_{r,cr}-R. Solum tla nije karbonatan i slabo je kisele reakcije (Husnjak, 2014.), s relativno visokim sadržajem SiO₂ od 55 do 70% (Škorić i sur., 1987.). Prepoznatljiva crvena boja odgovara 2,5 YR i 10 Y, value i chroma preko 3 po Munsellovom atlasu boja (Škorić, 1986., prema Gluhić, 2005.). Crvena boja rezultat je procesa rubifikacije, odnosno tvorbe hematita (Durn i sur., 2001.). Sadržaj hematita u crvenicama veći je od getita, dok je kod rendzine dominantna prisutnost getita u odnosu na hematit (Durn i sur., 2001.; Singer i sur., 1998.).

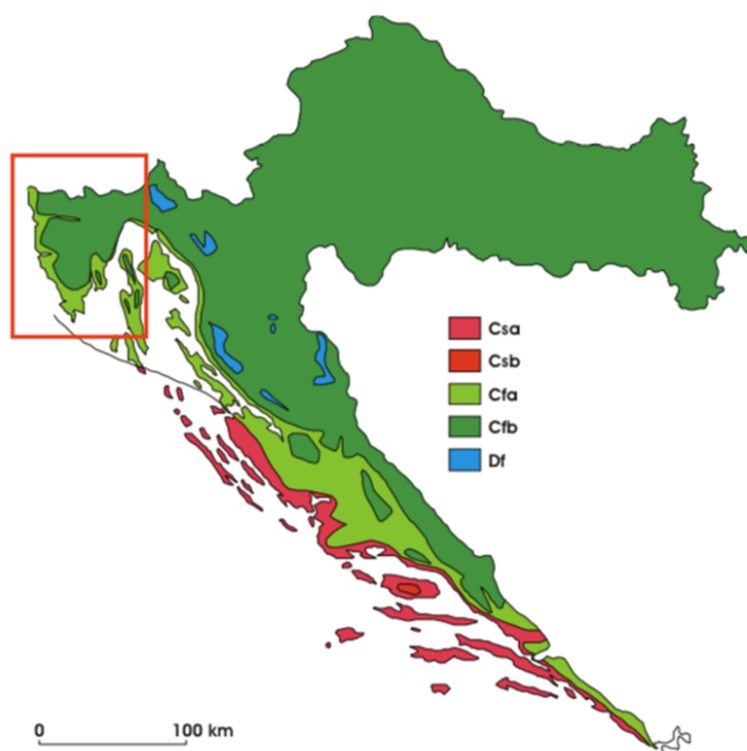
Crvenica je teksturno teško tlo, praškasto-glinaste teksture. Automorfnog je načina vlaženja s velikim kapacitetom za vodu i dobrim za zrak, no visoke plastičnosti i ljepljivosti zbog visokog udjela hidratiziranih oksida željeza (Husnjak, 2014.). Crvenice obilježava teško gospodarenje vodom (Škorić, 1986., prema Gluhić, 2005.), jako veliki kapacitet adsorpcije, kao i jako visok stupanj zasićenosti bazama (iznad 80%) (Husnjak, 2014.). Crvenice su siromašne fosforom i dobro opskrbljene kalijem (Škorić i sur., 1987.), te su količine humusa općenito niske (Škorić, 1986., prema Gluhić, 2005.). Stjenovitost crvenice jako varira te izravno utječe na njen proizvodni potencijal, koji također ovisi o dubini tla, nagibu, homogenosti površine i drugo. Budući da se kambični horizont smatra reliktnim, ali je i dalje pod djelovanjem recentnih procesa, crvenica spada u reliktno-recentna tla (Škorić i sur., 1987.).

2.4. Klima Istre

Istarski poluotok smješten je na jedinstvenoj lokaciji čija klima podliježe modifikacijama utjecajem brojnih faktora, počevši s najintenzivnijim poput Jadranskog mora, Sredozemnog mora, te orografije dinarskog planinskog lanca, sve do manjeg utjecaja Alpi, pa čak i Karpata. Osim ciklogenetičkog djelovanja sjevernog Jadrana, područje istarskog poluotoka je pod utjecajem suptropskog pojasa zbog prisutnost azorske anticiklone koja onemogućava prodor hladnijeg zraka na Jadran. Istra, kao dio Primorske Hrvatske, dio je cirkulacijskog područja umjerenih širina veći dio godine, a karakteriziraju ga intenzivne i česte promjene vremena (Zaninović i sur., 2008.). Široko usvojen naziv za klimu ovog područja je "primorska", a oko konkretne kategorizacije klime Istre autori se uglavnom ne slažu. Jedan od razloga upravo je promjena klime u posljednjih nekoliko desetljeća koja rezultira izlaskom klime Istre iz granica jedne kategorije i ulaskom u drugu.

Najčešće korištena kategorizacija klime u svijetu je prema Köppenu. Određivanje klimatskih tipova prema Köppenovoj klasifikaciji temelji se na brojčanim vrijednostima količina oborina i temperature zraka (Penzar i Penzar, 2000.). Od 5 kategorija, Hrvatska većinom pripada kategoriji umjereno toplih kišnih klima (sa srednjom temperaturom najhladnijeg mjeseca iznad -3°C, a ispod 18°C) s oznakom C, te samo najviša područja snježno-šumskim (borealnim) klimama s

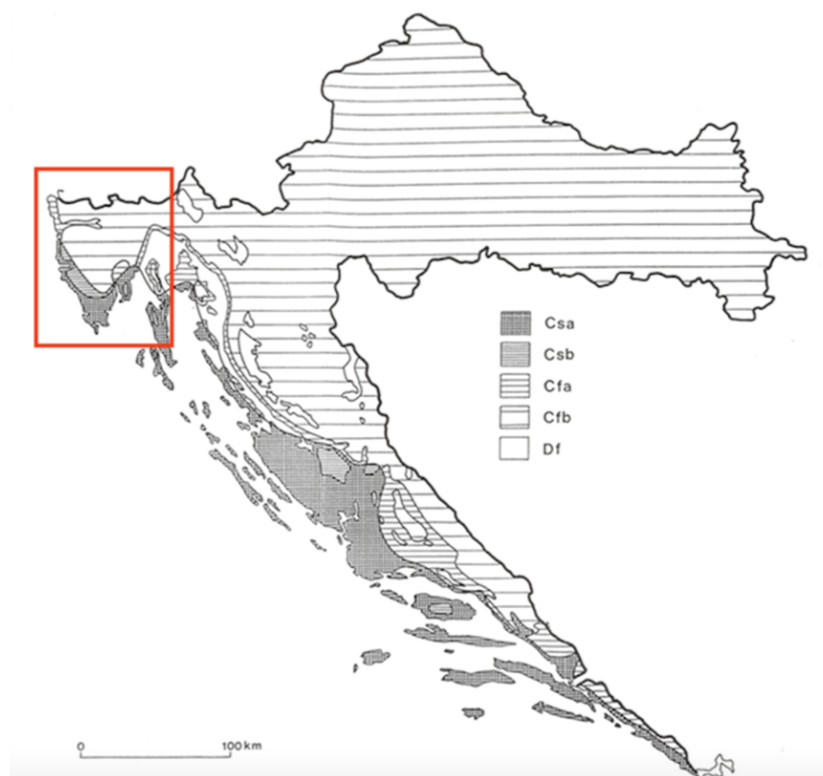
oznakom D. Unutar tih kategorija, u Hrvatskoj je prisutno 5 klimatskih tipova: Csa (sredozemna klima s vrućim ljetom), Csb (sredozemna klima s toplim ljetom), Cfa (umjereno topla kišna klima s vrućim ljetom), Cfb (umjereno topla kišna klima s toplim ljetom) i Df (vlažna borealna klima). Raspodjela klimatskih tipova prema Köppenu u Hrvatskoj vidljiva je na slici 2.4.1. Neslaganje oko klimatskih tipova Istre prvenstveno se temelji na pitanju gdje se nalazi granica sredozemne (Cs) i umjereno tople kišne (Cf) klime. Naime, prema granicama Köppenove klasifikacije sredozemna klima ne zalazi u Istru, no moguć je sjeverniji položaj granice između Cs i Cf tipova zbog kompleksnog klimatološkog stanja ovog područja. Za razgraničenje granice između Cf i Cs tipova uzeta je vrijednost od 40 mm padalina, te uvjet da najvlažniji zimski mjesec ima triput više padalina od najsušeg ljetnog (Filipčić, 1998.). Prema tome, oznaka f stoji za klimu bez izrazito suhog razdoblja, a oznaka s predstavlja ljetnu suhoću i prethodno spomenute kriterije za razgraničenje tih tipova (Penzar i Penzar, 2000.).



Slika 2.4.1. Geografska raspodjela klimatskih tipova po Köppenu 1961.-1990.

Izvor: Filipčić, 1998.; prema Šegota i Filipčić, 2003.

Osim oborina i temperature, za klasifikaciju klime u ovom specifičnom slučaju postoji još jedna komponenta od velike važnosti, a to je podloga. Naime, jedan dio oborinskih voda gubi se u podzemlju zbog visoke propusnosti karbonatne podloge, što u konačnici ima veliki utjecaj na efikasnost oborina (Filipčić, 2001.). Uzevši u obzir taj kriterij, granica Cf i Cs klime zasigurno se nalazi sjevernije, čime široki pojas obale Istre ipak pripada sredozemnoj klime. Modificirana klimatska regionalizacija prema Filipčić (2001.) prikazana je na slici 2.4.2.



Slika 2.4.2. Modificirana klimatska regionalizacija Hrvatske 1961.-1990.

Izvor: Filipčić, 2001.

Prema Penzar i Penzar (2000.) unutrašnjost Istre ima klimu tipa Cfw'w''b, a zapadni dio Cfw'w''a. Dopunska oznaka w' obilježava kišovito razdoblje u jesen, a w'' označava prisutnost kraćeg suhog razdoblja ljeti uz postojeći glavni minimum oborine u zimu. Oznaka a znači da je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca u godini viša od 22°C, te da bar četiri uzastopna mjeseca imaju srednju temperaturu iznad 10°C. Značenje oznake b je da je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca iznad 10°C, a ispod 22°C, te da bar četiri uzastopna mjeseca imaju srednju temperaturu iznad 10°C. Jug Istre ima klimu Cfs's''a, pri čemu oznaka s' označava kišovito razdoblje u jesen, a s'' da postoji kraće sušno razdoblje i zimi.

Uz Köppenovu klasifikaciju, u obzir se još uzima klasifikacija klime prema Thornthwaiteu. Ona se temelji na odnosu oborinske vode i količine vode potrebne za potencijalnu evapotranspiraciju. Ova kategorizacija razlikuje 5 klimatskih tipova: perhumidna, humidna, subhumidna, semiaridna, te aridna klima, od kojih su u Hrvatskoj prisutni svi tipovi osim aridne klime. U unutrašnjosti Istre prisutna je humidna klima, a na jugozapadnoj obali subhumidna (Penzar i Penzar, 2000.).

Na obali Istre su prisutne periodične cirkulacije zraka koje se odvijaju lokalno na dnevnoj bazi zbog različite brzine zagrijavanja kopna i mora, te uzrokuju stvaranje vjetra koji redovito puše s mora na kopno kroz dan, te s kopna na more u noći, pritom ublažavajući klimatske ekstreme zbog homogenizacije zračnih svojstava (Zaninović i sur., 2008.). Dominantni vjetrovi su bura i jugo. Bura je hladan sjeveroistočni, vrlo

jak i mahovit vjetar karakterističan za hladni dio godine. Bura dominira na priobalnom području Istre, a slabi prema unutrašnjosti (Zaninović i sur., 2008.). Razlikujemo ciklonalnu i anticiklonalnu buru. Ciklonalna bura je kratkog trajanja, te donosi oblačno vrijeme s mogućnošću oborine, čak i snijega zimi. Anticiklonalna bura javlja se uglavnom zimi, dužeg je trajanja, te donosi vedro vrijeme (Penzar i Penzar, 2000.). Jugo je topao jugoistočni vjetar, ravnomjeran i umjeren, no može biti i olujnih jačina. Najčešće je to vlažan vjetar i donosi oborine, no postoji i suho jugo koji uzrokuje jako isušivanje tla. Jugo uzrokuje velike valove, a najjači je i najčešći na prijelazu jeseni u zimu, odnosno zime u proljeće (Penzar i Penzar, 2000.).

Prema svim navedenim podacima o kategorizaciji klimatskih tipova Istre, područje Pazina obilježava umjereno topla kišna klima (Cfw'w''b), dok je kategorizacija područja Pule diskutabilna, te prema nekim autorima također pripada varijaciji umjereno tople kišne klime (Cfs's''a), dok je drugi svrstavaju u sredozemnu klimu (Cs). Poneki autori čak svrstavaju Cfs's''a klimu u sredozemne klimatske podtipove.

Pula po svojim trenutnim karakteristikama više pripada sredozemnoj klimi koju obilježavaju suha i vedra ljeta, te blage i kišovite zime. Prevladavaju sjeverozapadni vjetrovi ljeti, pokretani anticiklonom zapadne i srednje Europe, a u hladnijem dijelu godine prevladavaju ciklone. Takva kretanja ciklone i anticiklone čine jesen, odnosno ranu zimu najkišovitijim razdobljem u godini. Najčešći smjer vjetra u Puli je jugoistočni, te je zabilježen veliki postotak dana bez vjetra. Srednja temperatura natopljenog mjeseca u godini veća je od 22°C (Seletković i sur., 2011.).

Pazin obilježava klima bez izraženog suhog razdoblja i s čestim ciklonama koje nose oborine, uz manje kiše ljeti nego kroz ostatak godine. Područje također obilježavaju topla ljeta, ali jako hladne zime s mogućnošću snijega (Penzar i Penzar, 2000.).

3. Materijali i metode

Pedološki podaci obrađeni su koristeći karte i druge materijale Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sistematika tla Istre je određena prema važećoj klasifikaciji tala (Husnjak, 2014.).

Za analizu klimatskih značajki korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) za meteorološke postaje Pazin i Pulu (koje prezentiraju središnju i jugozapadnu Istru) u razdobljima 1980.-1999. i 2000.-2019. Obrađeno je 5 klimatskih elemenata važnih za računanje evapotranspiracije i bilance oborinske vode tla: srednje mjesečne temperature zraka, mjesečne količine oborina, mjesečne sume sijanja sunca, srednje mjesečne vrijednosti relativne vlage zraka i srednje mjesečne vrijednosti jačine vjetra.

Referentna evapotranspiracija izračunata je prema metodi Penman-Monteith koristeći računalni program CROPWAT (FAO, 1992.). Za računanje evapotranspiracije masline referentna evapotranspiracija je množena koeficijentom masline, koji je povezan sa stadijima razvoja masline. Vegetacijsko razdoblje masline (travanj-rujan) je podijeljeno u četiri razvojna stadija: početni, razvojni, središnji i kasni, pri čemu su korišteni koeficijenti masline za svaki od navedenih stadija iz pripadajuće tablice (Šimunić, 2014.).

Hidrološki proračun bilance oborinske vode u rendzini i crvenici do 50 cm dubine provedeni su prema korigiranom i kalibriranom Palmerovom modelu koristeći program Hidropedokalk (Širić i Vidaček, 1994.) u slučaju 75%-tne vjerojatnosti pojave oborina, odnosno za sušnu godinu po metodi Hazena. Fizikalne značajke tla važne za računanje bilance oborinske vode tla (kapacitet tla za vodu, količina fiziološki aktivne vode u površinskom i podpovršinskom sloju tla) određene su temeljem podataka prethodnih istraživanja za rendzinu i crvenicu na području Istre (Škorić i sur., 1987).

Reakcija masline na manjak vode u tlu i redukcija prinosa određena je prema metodi Doorenbos i Kassam (1979.).

Statistička obrada klimatskih podataka učinjena je koristeći t-test za pogrešku od 1% i 5% u programu Microsoft Office Excel 2011 za macOS.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Klimatske značajke

Budući da je klima nekog područja sastavljena od brojnih čimbenika, za svaku kategorizaciju kao i statističku analizu potrebno je uzeti nekoliko ključnih parametara, a u ovom su slučaju to temperatura zraka, oborine, insolacija, relativna vlaga zraka i vjetar. Na temelju odnosa ovih značajki utvrđuju se vrijednosti koje nam daju jasnu sliku stanja klime nekog područja, odnosno potencijalne problem vezane uz nedostatak vode prilikom uzgoja poljoprivrednih kultura. U analizi klimatskih podataka uzete su prosječne mjesečne i godišnje vrijednosti, kao i minimalne i maksimalne vrijednosti. Osim promjene prosječnih vrijednosti klimatskih elemenata, utjecaj klimatskih promjena se očituje i u promjeni raspodjele istih, što se posebice odnosi na oborine (Šimunić i sur., 2014.). Iz tog razloga, potrebno je promatrati krivulje kretanja vrijednosti klimatskih čimbenika kao i njihove međusobne korelacije, a ne samo promjenu prosječnih vrijednosti.

4.1.1. Temperatura zraka

Najosnovniji klimatski čimbenik u promatranju klimatskih promjena, kategorizaciji klimatskih tipova, kao i u biljnom rastu i razvoju upravo je temperatura. Svi su klimatski čimbenici pod utjecajem temperature, posebice oborine, stoga je u svakoj analizi hidrološkog ciklusa i bilance vode nužno promatrati i temperature zraka.

U razdoblju od 1980. do 1999. na području Pazina prosječna godišnja temperatura zraka iznosila je 11,3°C (Tablica 4.1.1.1.), uz maksimalni mjesečni prosjek u srpnju (23,7°C), te minimalni mjesečni prosjek u siječnju (-0,2°C).

Tablica 4.1.1.1. Prosječna, maksimalna i minimalna temperatura zraka (°C) za područje Pazina u razdoblju 1980.-1999.

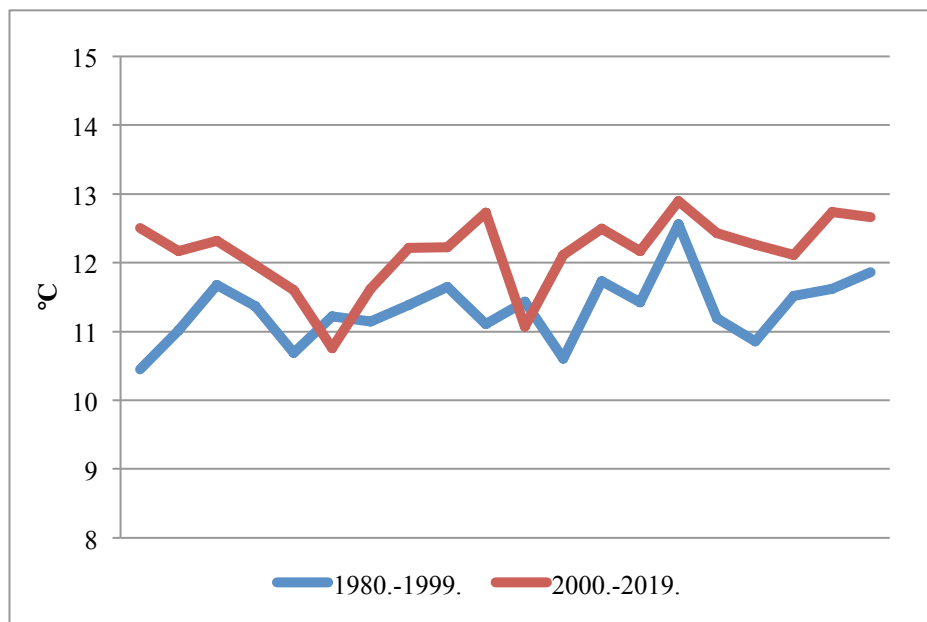
Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	6,0	6,1	9,6	11,0	17,3	19,7	23,7	22,5	19,3	13,6	9,3	6,1	12,6
prosjeak	2,8	3,1	6,4	9,9	14,9	18,3	21,1	20,5	16,3	12,0	6,8	3,8	11,3
min	-0,2	0,4	2,4	7,7	11,4	16,8	19,4	18,2	13,2	10,2	3,7	0,4	10,5

U drugom dvadesetogodišnjem razdoblju od 2000. do 2019. na području Pazina prosječna godišnja temperatura zraka iznosila je 12,2°C (Tablica 4.1.1.2.), s maksimalnim mjesečnim prosjekom u srpnju (24,9°C), te minimalnim mjesečnim prosjekom u siječnju (-0,2°C).

Tablica 4.1.1.2. Prosječna, maksimalna i minimalna temperatura zraka (°C) za područje Pazina u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	7,4	8,0	10,1	18,8	17,2	22,6	24,9	24,1	18,7	14,5	11,0	6,3	12,9
prosjeak	3,0	3,9	7,3	11,6	15,5	20,0	22,0	21,2	16,2	12,3	8,6	4,2	12,2
min	-0,2	-0,1	5,0	9,6	12,5	18,2	20,0	18,1	14,1	10,0	5,8	1,1	10,8

Usporedbom prosječnih godišnjih temperatura prvog (prosjeaka 11,3°C) i drugog dvadesetogodišnjeg razdoblja (prosjeaka 12,2°C), uz standardnu devijaciju za oba razdoblja od 0,5, vidljiv je porast vrijednosti temperature u drugom razdoblju (2000.-2019.) za 0,9°C. Statističkom analizom utvrđena je visoko značajna razlika između vrijednosti prosječne godišnje temperature zraka prvog i drugog razdoblja (uz vjerojatnost $P=0,01$). Dinamika prosječnih godišnjih temperatura zraka dva istraživana razdoblja za područje Pazina prikazana je grafom 4.1.1.1.



Graf 4.1.1.1. Dinamika prosječnih godišnjih temperatura zraka u Pazinu za razdoblja 1980.-1999. i 2000.-2019.

Na području grada Pule u prvom dvadesetogodišnjem razdoblju (1980.-1999.) prosjeak godišnje temperature zraka iznosio je 14,0°C (Tablica 4.1.1.3.), maksimalna mjesečna prosječna vrijednost utvrđena je u srpnju (26,6°C), a minimalna u siječnju (2,7 °C).

Tablica 4.1.1.3. Prosječna, maksimalna i minimalna temperatura zraka (°C) za područje Pule u razdoblju 1980.-1999.

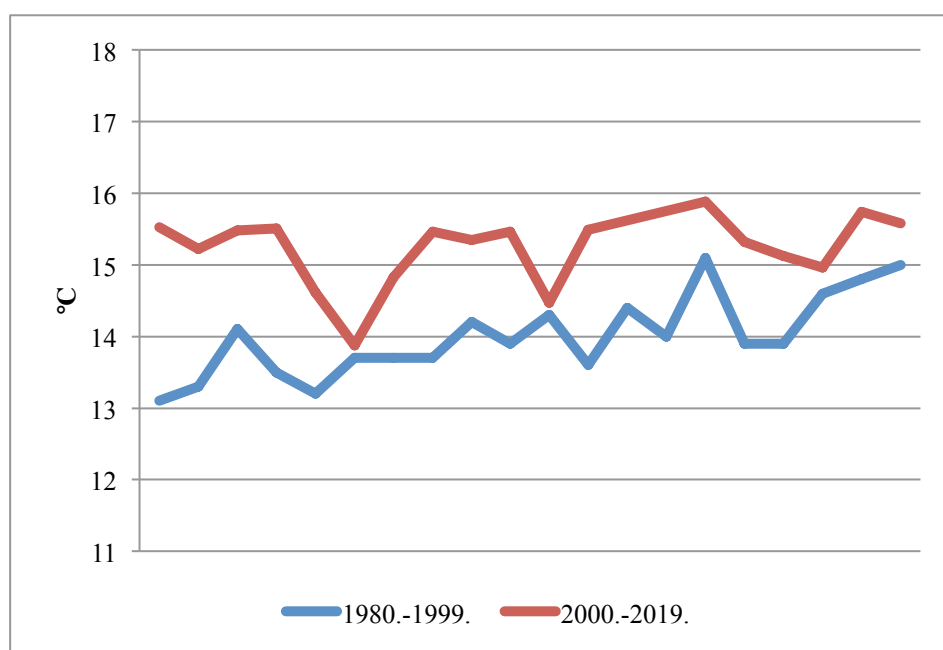
Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	8,6	8,4	10,9	13,5	19,3	23,1	26,6	26,0	21,8	16,2	12,0	8,8	15,1
prosjeak	5,6	5,6	8,5	12,0	16,9	20,7	23,9	23,6	19,4	15,1	9,8	6,9	14,0
min	2,7	3,2	4,9	10,0	13,9	18,9	22,1	21,8	16,6	13,3	7,4	4,3	13,1

U razdoblju od 2000. do 2019., na području Pule prosječna godišnja temperatura zraka iznosila je 15,2°C (Tablica 4.1.1.4.), s maksimalnim mjesečnim prosjekom u kolovozu (28,2°C), te minimalnim mjesečnim prosjekom u veljači (2,3°C).

Tablica 4.1.1.4. Prosječna, maksimalna i minimalna temperatura zraka (°C) za područje Pule u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	9,6	10,5	12,1	15,8	20,5	26,3	27,0	28,2	23,1	17,3	14,1	9,5	15,9
prosjeak	6,1	6,6	9,7	13,7	18,3	23,1	25,4	24,9	20,0	15,6	11,7	7,7	15,2
min	3,2	2,3	7,5	12,2	14,8	21,2	22,9	21,7	17,8	13,9	9,6	4,8	13,9

Jednako kao i za područje Pazina, i za Pulu je srednja vrijednost godišnje temperature u drugom dvadesetogodišnjem razdoblju (2000.-2019.) bila značajno veća (uz vjerojatnost $P=0,01$) u odnosu na prvih dvadeset godina (1980.-1999.). Standardna devijacija godišnje prosječne temperature zraka prvog dvadesetogodišnjeg razdoblja iznosila je 0,6, a drugog razdoblja 0,5. Osim jasnog rasta temperature zraka u razdoblju 2000.-2019., također se može primijetiti i pomak najtoplijeg mjeseca sa srpnja na kolovoz, te najhladnijeg mjeseca sa siječnja na veljaču. Dinamika prosječnih godišnjih temperatura prvog i drugog razdoblja za područje Pule prikazana je grafom 4.1.1.2.



Graf 4.1.1.2. Dinamika prosječnih godišnjih temperatura u Puli za razdoblja 1980.-1999. i 2000.-2019.

4.1.2. Oborine

Drugi važan klimatski čimbenik, posebice iz agronomske perspektive su oborine. Njihova količina, tip, ali i vremenski raspored uvjetuju uspjeh uzgajane kulture. Također, brojne klimatske klasifikacije se, uz temperaturu, temelje na oborinama. Oborine predstavljaju ulazni parametar u hidrološkim proračunima bilance vode tla. Budući da biljka raste unutar određenog raspona optimalne vlažnosti tla, premalo ili previše oborina mogu biti limitirajući čimbenik u uzgoju kulture, pa čak i dovesti do kompletnog propadanja usjeva, odnosno nepovratnih šteta u trajnim nasadima. Kako bi se regulirao pristup vode biljci tijekom rasta poduzimaju se razne melioracijske mjere poput navodnjavanja i odvodnje, no zbog visoke vrijednosti investicije nužno je vidjeti je li ona opravdana. Navodnjavanjem se održava optimalna vlažnost tla te se osigurava stabilna, kvalitetna i ekonomična poljoprivredna proizvodnja (Šimunić i sur., 2014.). Ovisno o intenzitetu i trajanju, suše mogu smanjiti prinos kultura i do 90% (Mađar i sur., 1998., prema Šimunić i sur., 2014.).

Na području Pazina u razdoblju 1980.-1999. prosječne godišnje količine oborina iznose 1018,0 mm (Tablica 4.1.2.1.), uz prosječnu mjesečnu maksimalnu količinu zabilježenu u listopadu (313,4 mm), a minimalnu u siječnju (0,0 mm).

Tablica 4.1.2.1. Prosječna, minimalna i maksimalna količina oborina (mm) na području Pazina u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	143,9	109,3	149,6	187,7	176,5	162,8	141,4	195,9	195,4	313,4	254,4	284,9	1270,5
prosjek	62,1	52,0	70,0	82,4	77,4	94,6	63,8	85,7	95,8	132,4	110,7	91,1	1018,0
min	0,0	1,3	6,9	11,4	12,4	45,7	1,2	22,4	4,4	24,1	10,6	17,2	803,9

U sljedećem dvadesetogodišnjem razdoblju (2000.-2019.) na području Pazina prosječna količina oborina iznosila je 1160,4 mm (Tablica 4.1.2.2.). Prosječna mjesečna maksimalna vrijednost zabilježena je se u rujnu (368,3 mm), a minimalna u ožujku (0,3 mm).

Tablica 4.1.2.2. Prosječna, minimalna i maksimalna količina oborina (mm) na području Pazina u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	153,1	240,8	184,7	135,1	295,1	296,4	156,0	281,4	368,3	235,0	358,7	288,8	1642,0
prosjek	70,5	99,6	78,3	69,8	103,6	85,0	61,4	91,9	119,4	101,4	169,8	109,9	1160,4
min	1,8	7,2	0,3	13,7	16,5	6,6	13,8	13,3	21,6	26,4	18,4	1,7	738,8

Usporedbom prvog i drugog razdoblja vidljiv je porast godišnje prosječne sume oborina na području Pazina za 142,4 mm, što predstavlja značajnu razliku (uz vjerojatnost $P=0,05$). Standardna devijacija prvog razdoblja iznosi 137,3, a drugog razdoblja 281,1. Također treba istaknuti kako je godišnji prosječni maksimum drugog

razdoblja (1642,0 mm) puno veći u odnosu na prvo razdoblje (1270,5 mm). Prisutan je i pad godišnjeg prosječnog minimuma u razdoblju 2000.-2019., što govori o puno većoj varijabilnosti oborina unutar drugog razdoblja istraživanja.

Na području Pule u prvom dvadesetogodišnjem razdoblju (1980.-1999.) prosječna godišnja količina oborina iznosila je 789,6 mm (Tablica 4.1.2.3.). Prosječna mjesečna maksimalna količina utvrđena je u listopadu (478,8 mm), a minimalna u siječnju i rujnu (0,0 mm).

Tablica 4.1.2.3. Prosječna, minimalna i maksimalna količina oborina (mm) na području Pule u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	130,6	141,7	174,8	100,8	132,1	161,3	83,4	137,3	180,1	478,8	212,9	215,7	1061,6
prosjeak	64,9	53,1	58,2	59,2	56,5	64,3	34,1	57,3	67,7	105,6	95,8	72,9	789,6
min	0,0	3,1	0,8	14,4	8,5	16,1	0,3	18,6	0,0	11,7	11,0	8,7	551,5

U razdoblju 2000.-2019. na području Pule prosječna godišnja količina oborina iznosila je 900,9 mm (Tablica 4.1.2.4.), uz prosječnu mjesečnu maksimalnu količinu u studenom (286,9 mm), te minimalnu u prosincu (0,2 mm).

Tablica 4.1.2.4. Prosječna, minimalna i maksimalna količina oborina (mm) na području Pule u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	171,0	224,2	137,3	99,8	207,1	129,8	217,4	188,3	241,6	179,5	286,9	209,7	1514,1
prosjeak	61,8	78,9	61,2	53,0	66,9	43,2	38,6	60,2	111,7	79,8	129,7	87,9	900,9
min	0,3	5,6	3,0	16,2	6,0	1,3	0,5	0,6	18,6	5,9	18,5	0,2	448,4

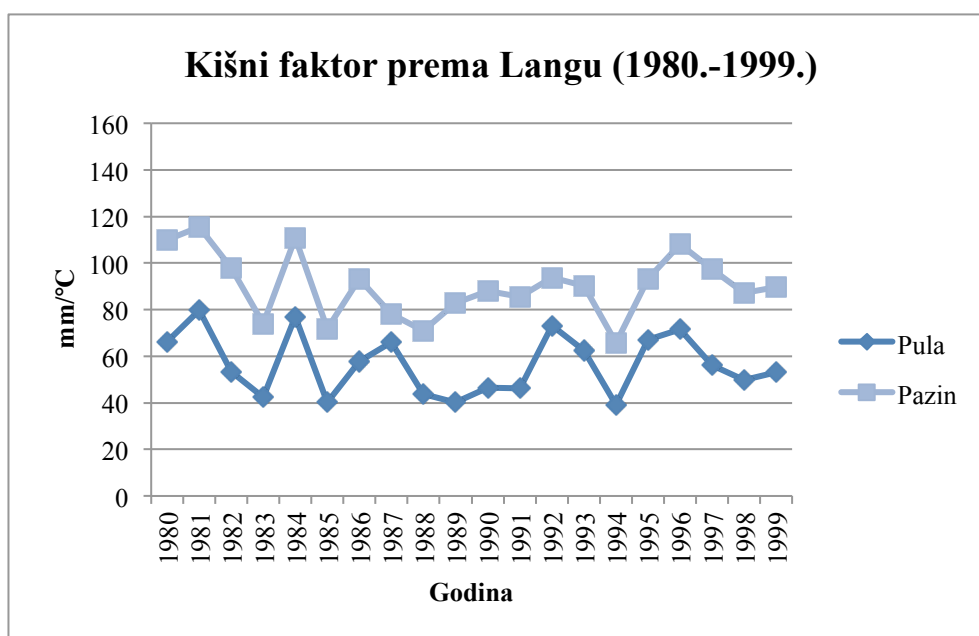
Usporedbom vrijednosti prosječnih godišnjih oborina prvog i drugog razdoblja na području Pule nije utvrđena statistički značajna razlika, unatoč porastu godišnjeg prosjeka za 111,3 mm u razdoblju 2000.-2019. Također se ističe puno veći prosječni godišnji maksimum oborina u razdoblju 2000.-2019. u odnosu na 1980.-1999, čak za 452,5 mm, te niži prosječni godišnji minimum oborina za 103,1 mm.

Jedna od češćih metoda za procjenu humiditeta, odnosno aridnosti klime jest kišni faktor po Langu. Kišni faktor računa se omjerom godišnje količine oborina i srednje godišnje temperature zraka za određeno područje. Prema dobivenim vrijednostima kišnog faktora klima se može razvrstati u 5 kategorija:

- perhumidna (>160 mm)
- humidna (80-160 mm)
- semihumidna (60-80 mm)
- semiaridna (40-60 mm)
- aridna (<40 mm)

Prosječni Langov kišni faktor za područje Pazina iznosi 90 za razdoblje 1980.-1999., te 96 za razdoblje 2000.-2019., što kategorizira klimu Pazina za oba razdoblja kao humidnu. Na području Pule prosječni Langov kišni faktor u razdoblju 1980.-1999. iznosi 57, a u razdoblju 2000.-2019. iznosi 59. Prema tome, klima područja Pule u oba istraživana razdoblja karakterizira se kao semiaridna. Na obje lokacije u razdoblju 2000.-2019. prisutan je blagi porast vrijednosti kišnog faktora po Langu.

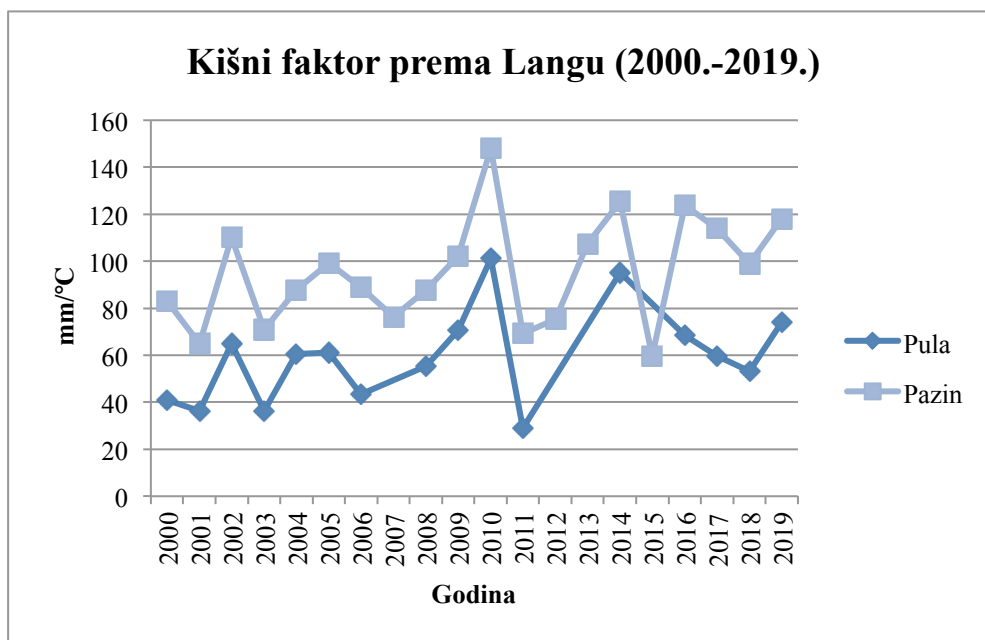
Graf 4.1.2.1. prikazuje kretanje godišnjih vrijednosti kišnog faktora po Langu na lokacijama Pula i Pazin u razdoblju 1980.-1999. Obje su krivulje sličnog kretanja s najvišom vrijednosti kišnog faktora 1981. u Pazinu (116) i u Puli (80). Najniža vrijednost kišnog faktora po Langu prisutna je 1994. u Pazinu (66) i u Puli (39). Prema tome variranja godišnjih vrijednosti kišnog faktora po Langu u razdoblju 1980.-1999. ukazuju da Pazin tijekom 5 godina ima obilježja semihumidne klime, dok je u ostalih 15 godina klima humidna. U Puli u istom razdoblju klima uglavnom ima semiaridna obilježja (12 godina), pri čemu najniže vrijednosti kišnog faktora rubno ulaze u kategoriju aridne klime, dok se u 8 godina klima može klasificirati kao semihumidna.



Graf 4.1.2.1. Prikaz kretanja vrijednosti kišnog faktora prema Langu na lokacijama Pula i Pazin u razdoblju 1980.-1999.

Kretanje vrijednosti kišnog faktora po Langu u razdoblju 2000.-2019. prikazano je na grafu 4.1.2.2. Najviša vrijednost kišnog faktora utvrđena je 2010. na obje lokacije, a iznosi čak 148 u Pazinu i 101 u Puli. Najniža vrijednost kišnog faktora u Pazinu je utvrđena 2015. (60), dok je najniža vrijednosti kišnog faktora u Puli utvrđena 2011. i iznosi 29. Variranja godišnjih vrijednosti kišnog faktora po Langu u razdoblju 2000.-2019. ukazuju da Pazin tijekom 14 godina ima obilježja humidne klime, dok je u ostalih 6 godina klima semihumidna. U Puli u istom razdoblju klima

uglavnom ima semihumidna obilježja (8 godina), tijekom 7 godina ima semiaridna obilježja, 2 godine je klima humidna, dok tijekom 3 godine ima aridna obilježja.



Graf 4.1.2.2. Prikaz kretanja vrijednosti kišnog faktora prema Langu na lokacijama Pula i Pazin u razdoblju 2000.-2019.

Prikazane krivulje kišnog faktora po Langu potvrđuju veću varijabilnost oborina u razdoblju 2000.-2019. na obje lokacije, te češću učestalost ekstremnih vrijednosti, odnosno jako vlažnih ili jako suhih godina.

4.1.3. Relativna vlažnost zraka

Da bi se ostvario tok vode iz tla, preko korijena do listova i konačno u atmosferu, potrebna je razlika u potencijalu vode na različitim mjestima ovoga ciklusa, odnosno na kretanje vode značajno utječe i relativna vlaga zraka. Za biljku su povoljni uvjeti relativne vlažnosti zraka između 50 i 90%. Niska vlažnost pojačava transpiraciju i smanjuje fotosintezu, te može rezultirati venućem biljke. Previsoka vlažnost onemogućuje transpiraciju, štetna je u vrijeme cvatnje, te može pogodovati razvoju bolesti i štetnika (Penzar i Penzar, 2000.).

U prvom dvadesetogodišnjem razdoblju (1980.-1999.) na području grada Pazina prosječna godišnja relativna vlaga zraka iznosila je 73,2% (Tablica 4.1.3.1.), s maksimalnom prosječnom mjesečnom vrijednosti u studenom (87,0%), te minimalnom u kolovozu (58,0%).

Tablica 4.1.3.1. Prosječna, minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka (%) na području Pazina u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjeck
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	86,0	80,0	80,0	83,0	81,0	79,0	74,0	80,0	84,0	85,0	87,0	85,0	77,2
prosjeck	77,1	71,9	69,2	70,3	71,4	71,5	66,8	69,1	76,0	78,4	78,9	78,1	73,2
min	64,0	62,0	60,0	59,0	66,0	63,0	59,0	58,0	62,0	66,0	71,0	70,0	70,5

U razdoblju od 2000. do 2019. prosječna godišnja relativna vlaga zraka iznosila je 73,7% (Tablica 4.1.3.2.), a maksimalni mjesečni prosjeck bio je u studenom (88,0%), dok je u veljači, srpanju i kolovozu zabilježen minimum (55,0%).

Tablica 4.1.3.2. Prosječna, minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka (%) na području Pazina u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjeck
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	87,0	84,0	81,0	80,0	79,0	77,0	78,0	81,0	86,0	85,0	88,0	86,0	78,1
prosjeck	78,2	73,8	70,0	71,0	71,8	68,1	65,3	69,7	75,9	80,0	81,6	79,1	73,7
min	68,0	55,0	59,0	62,0	65,0	58,0	55,0	55,0	69,0	74,0	73,0	70,0	67,5

Statistička analiza pokazuje kako između ova dva razdoblja nije bilo značajne razlike u prosječnim vrijednostima relativne vlage zraka.

U razdoblju 1980.-1999. na području Pule prosječna godišnja relativna vlaga zraka iznosila je 70,6% (Tablica 4.1.3.3.), s maksimalnom prosječnom mjesečnom vrijednosti u prosincu (85,0%), te minimalnom u srpnju (55,0%).

Tablica 4.1.3.3. Prosječna, minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka (%) na području Pule u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeck
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	82,0	79,0	81,0	79,0	77,0	72,0	68,0	69,0	81,0	79,0	81,0	85,0	72,8
prosjeck	75,5	72,2	70,2	70,3	69,3	67,6	63,0	64,2	70,9	73,8	75,4	75,5	70,6
min	62,0	61,0	60,0	63,0	59,0	62,0	55,0	57,0	62,0	64,0	65,0	66,0	65,3

Od 2000. do 2019. na području Pule prosječna godišnja relativna vlaga zraka iznosila je 71,9% (Tablica 4.1.3.4.), uz maksimalnu prosječnu mjesečnu vrijednost u prosincu (90,0%), dok lipanj i srpanj dijele istu minimalnu vrijednost (56,0%).

Tablica 4.1.3.4. Prosječna, minimalna i maksimalna relativna vlaga zraka (%) na području Pule u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeck
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	86,0	86,0	82,0	80,0	82,0	74,0	73,0	73,0	80,0	84,0	86,0	90,0	75,8
prosjeck	76,3	74,3	72,1	72,1	70,2	65,8	63,6	65,8	70,4	76,6	78,3	76,8	71,9
min	65,0	58,0	63,0	62,0	61,0	56,0	56,0	57,0	63,0	66,0	67,0	63,0	65,8

Između godišnjih prosječnih vrijednosti relativne vlage zraka na području Pule između ova dva razdoblja nema statistički značajne razlike.

4.1.4. Brzina vjetra

Djelovanje vjetra na biljke može biti korisno i štetno, ovisno o njegovoj brzini i ujednačenosti, kao i temperaturi. Vjetar uzrokuje miješanje zraka, pri čemu dolazi do promjena temperature zraka, vlažnosti i koncentracije CO₂ što povoljno utječe na osnovne biološke procese nužne za biljni rast i razvoj. No, jači vjetrovi uzrokuju isušivanje biljaka i tla, a mogu i mehanički izazvati štetu.

U razdoblju 1980.-1999. na području Pazina prosječna godišnja brzina vjetra iznosila je 1,9 m/s (Tablica 4.1.4.1.), uz maksimalnu prosječnu mjesečnu vrijednost zabilježenu u travnju (4,6 m/s). Minimalna prosječna mjesečna vrijednost (1,0 m/s) raspoređena je kroz sve sezone, odnosno mjesece, izuzev proljeća, razdoblja u kojoj su uglavnom zabilježene maksimalne prosječne mjesečne brzine.

Tablica 4.1.4.1. Prosječna, maksimalna i minimalna brzina vjetra (m/s) na području Pazina u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	3,1	3,1	3,3	4,6	3,1	3,1	2,5	2,4	2,5	2,9	2,7	2,9	2,6
prosjeak	1,9	1,9	2,3	2,6	2,2	2,1	1,7	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	1,9
min	1,0	1,0	1,4	1,5	1,5	1,0	1,1	1,0	0,8	1,0	1,0	1,1	1,6

Prosječna godišnja brzina vjetra drugog dvadesetogodišnjeg razdoblja iznosila je 1,6 m/s (Tablica 4.1.4.2.), uz maksimalnu prosječnu mjesečnu brzinu utvrđenu u veljači (2,9 m/s), te minimalnu prosječnu mjesečnu brzinu zabilježenu u rujnu (0,9 m/s).

Tablica 4.1.4.2. Prosječna, maksimalna i minimalna brzina vjetra (m/s) na području Pazina u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	2,2	2,9	2,5	2,7	2,0	2,2	2,2	2,2	1,9	2,0	2,7	2,0	1,9
prosjeak	1,4	2,1	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,4	1,6
min	1,0	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	1,1	1,0	1,4

U razdoblju 2000.-1999. prisutan je pad u brzini vjetra u odnosu na prethodno dvadesetogodišnje razdoblje, kako u prosječnoj godišnjoj vrijednosti (za 0,3 m/s), tako i za maksimalne prosječne mjesečne (za 0,7 m/s) i minimalne prosječne mjesečne (za 0,2 m/s) vrijednosti.

Statističkom obradom utvrđena je visoko značajna razlika između prosječnih vrijednosti brzine vjetra prvih i drugih dvadeset godina (uz vjerojatnost $P=0,01$). Standardna devijacija prvog razdoblja iznosi 0,3, a drugog razdoblja 0,1, što ukazuje na veća odstupanja brzine vjetra od prosječnih vrijednosti u razdoblju 1980.-1999. u odnosu na razdoblje 2000.-2019.

Od 1980. do 1999. prosječna godišnja brzina vjetra na području Pule iznosila je 3,3 m/s (Tablica 4.1.4.3.), uz maksimalnu prosječnu mjesečnu vrijednost u siječnju (7,5 m/s), te minimalnu u rujnu (0,8 m/s).

Tablica 4.1.4.3. Prosječna, maksimalna i minimalna brzina vjetra (m/s) na području Pule u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	7,5	6,4	7,2	6,2	4,8	4,3	4,3	4,1	4,3	5,2	5,5	6,4	4,4
prosjeak	3,5	3,5	3,6	3,6	3,0	3,1	2,9	2,8	2,8	3,7	3,6	3,8	3,3
min	1,4	1,0	1,4	1,2	2,0	1,2	1,2	1,5	0,8	1,9	1,2	1,7	1,9

U razdoblju 2000.-2019., prosječna godišnja brzina vjetra iznosila je 2,7 m/s (Tablica 4.1.4.4.), s maksimalnom prosječnom mjesečnom vrijednosti u studenom (5,7 m/s), te minimalnom u listopadu i prosincu (1,4 m/s).

Tablica 4.1.4.4. Prosječna, maksimalna i minimalna brzina vjetra (m/s) na području Pule u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjeak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	5,0	5,2	4,6	5,2	3,7	3,9	3,5	3,3	4,8	5,0	5,7	5,2	3,9
prosjeak	2,8	3,0	3,0	2,8	2,5	2,5	2,4	2,3	2,7	2,6	3,0	2,9	2,7
min	1,7	2,0	2,0	1,8	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,4	1,9	1,4	1,9

Prosječna godišnja brzina vjetra u razdoblju 1980.-1999. veća je za 0,6 m/s u odnosu na razdoblje 2000.-2019. Statističkom analizom prosječne godišnje brzine vjetra prvog istraživaniog razdoblja (uz standardnu devijaciju 0,7) i drugog razdoblja (uz standardnu devijaciju 0,6) utvrđena je visoko značajna razlika između istraživanih razdoblja na području Pule (uz vjerojatnost $P=0,01$).

4.1.5. Insolacija

Sijanje sunca (insolacija) je parametar koji izravno utječe na temperaturu zraka i tla. Trajanje insolacije (vrijeme za kojeg je površina Zemlje izložena izravnom zračenju Sunca) je u negativnoj korelaciji s naoblakom. Osim naoblake, insolacija ovisi i o magli, oborinama, onečišćenosti zraka, duljini dana i reljefu. Izražava se u satima i mjeri se heliografom (Radeljak i sur., 2012).

U razdoblju 1980.-1999. na području Pazina prosječna godišnja suma sijanja sunca iznosila je 2217,3 sati (Tablica 4.1.5.1.), odnosno prosječno 6,1 sati/dan. Maksimalna prosječna mjesečna vrijednost utvrđena je u srpnju (353,0 sati), a minimalna u prosincu (50,1 sati).

Tablica 4.1.5.1. Prosječna, maksimalna i minimalna suma sijanja sunca (sati) na području Pazina u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	182,1	191,2	231,0	229,2	290,7	283,8	353,0	329,8	291,7	229,6	177,5	172,4	2382,0
prosjeck	120,4	140,1	160,7	170,7	227,4	248,8	307,4	282,9	199,4	161,9	112,7	103,8	2217,2
min	76,7	101,8	91,6	113,1	111,6	204,5	255,6	242,4	128,8	101,8	60,0	50,1	1872,0

Od 2000. do 2019. prosječna suma sijanja sunca iznosila je 2304,1 sati (Tablica 4.1.5.2.), odnosno 6,3 sati/dan, uz maksimalnu prosječnu mjesečnu vrijednost u srpnju (350,7 sati), te minimalnu vrijednost u siječnju (41,7 sati).

Tablica 4.1.5.2. Prosječna, maksimalna i minimalna suma sijanja sunca (sati) na području Pazina u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pazin	Mjeseci												godišnji prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	155,8	212,1	252,3	300,6	333,0	344,2	350,7	342,4	262,9	200,4	149,5	144,8	2576,4
prosjeck	99,7	120,5	166,5	203,3	255,7	286,6	314,4	300,2	208,2	157,0	94,7	97,3	2304,1
min	41,7	64,5	100,1	142,6	143,3	237,7	231,0	233,7	137,3	88,4	45,1	64,9	1984,1

Statističkom analizom utvrđeno je kako nije bilo statistički značajne razlike u prosječnim vrijednostima sume sijanja sunca ova dva razdoblja.

Razdoblje 1980.-1999. na području Pule obilježava prosječna godišnja suma sijanja sunca od 2547,9 sati (Tablica 4.1.5.3.), to jest prosječno 7,0 sati/dan uz maksimalnu prosječnu mjesečnu vrijednost u srpnju (389,2 sati), te minimalnu vrijednost u prosincu (52,0 sati).

Tablica 4.1.5.3. Prosječna, maksimalna i minimalna suma sijanja sunca (sati) na području Pule u razdoblju 1980.-1999.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	177,2	199,3	283,1	253,1	337,2	350,8	389,2	361,1	319,3	244,3	162,7	163,4	2782,3
prosjeck	114,7	145,1	188,4	210,1	277,3	299,2	347,8	324,5	243,1	179,6	110,1	103,7	2547,9
min	71,1	75,6	119,5	165,7	197,9	251,5	282,9	283,3	189,3	129,0	64,1	52,0	2332,5

U drugom dvadesetogodišnjem razdoblju na području Pule prosječna godišnja suma sijanja sunca iznosila je 2592,7 sati (Tablica 4.1.5.4.), odnosno prosječno 7,1 sati/dan. Maksimalna prosječna mjesečna vrijednost utvrđena je u srpnju (394,4 sati), a minimalna u siječnju (40,3 sati).

Tablica 4.1.5.4. Prosječna, maksimalna i minimalna suma sijanja sunca (sati) na području Pule u razdoblju 2000.-2019.

Stanica Pula	Mjeseci												godišnji prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
max	159,4	228,6	271,6	328,3	378,8	372,9	394,4	378,4	293,8	230,5	170,6	153,2	2922,0
prosjek	109,9	140,8	193,2	229,5	284,5	317,5	352,7	331,4	237,9	182,2	106,1	112,2	2592,7
min	40,3	67,3	120,7	166,8	170,0	256,7	269,5	271,6	176,5	141,5	64,0	69,6	2309,7

Kao i kod Pazina, usporedba prosječne godišnje sume sijanja sunca za razdoblja 1980.-1999. i 2000.-2019. na području Pule ne pokazuje statistički značajnu razliku.

4.2. Evapotranspiracija

Evapotranspiracija je središnji proces hidrološkog ciklusa i predstavlja osnovni ulazni parametar za proračun bilance vode tla. Prelaskom iz tekućeg stanja u plinovito, voda se gubi evaporiranjem s površina, odnosno transpiriranjem kroz biljke. Iz agronomske perspektive, evapotranspiracija predstavlja količinu vode koju je potrebno osigurati za neometan biljni rast i razvoj. Referentna evapotranspiracija (ET_o) odnosi se na vrijednost evapotranspiracije s površine 8-15 cm aktivno uzgajanog travnjaka jednolične visine koji zasjenjuje površinu u potpunosti i ne oskudjeva s vodom.

Referentna evapotranspiracija izračunata je temeljem prosječnih vrijednosti temperature zraka, relativne vlage zraka, brzine vjetra i insolacije za razdoblja 1980.-1999. i 2000.-2019. godine za obje lokacije istraživanja prema metodi Penman-Monteih pomoću računalnog programa CROPWAT (FAO, 1992.), a rezultati proračuna su prikazani u tablicama 4.2.1-4.2.4.

Na području Pazina u razdoblju 1980.-1999. prosječna godišnja referentna evapotranspiracija iznosila je 796,4 mm (Tablica 4.2.1.), a u razdoblju 2000.-2019. iznosila je 817,0 mm (Tablica 4.2.2.).

Tablica 4.2.1. Prosječna referentna evapotranspiracija, Pazin, razdoblje 1980.–1999., mm

Mjeseci												Godišnje
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
18,4	25,5	48,7	68,5	99,0	115,7	138,7	120,0	73,9	45,9	24,0	18,1	796,4

Tablica 4.2.2. Prosječna referentna evapotranspiracija, Pazin, razdoblje 2000.–2019., mm

Mjeseci												Godišnje
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
16,2	25,9	47,3	72,0	101,9	128,5	144,3	125,0	74,2	42,7	23,4	15,6	817,0

Statistička analiza ne pokazuje značajnu razliku između vrijednosti referentne evapotranspiracije prvog i drugog razdoblja, te se može zaključiti da je porast vrijednosti referentne evapotranspiracije od 20,6 mm na razini godine u drugom istraživanom razdoblju zanemariv.

Na području Pule prosječna godišnja referentna evapotranspiracija u razdoblju 1980.-1999. iznosila je 1030,2 mm (Tablica 4.2.3.), a u razdoblju 2000.-2019. iznosila je 1029,7 mm (Tablica 4.2.4.).

Tablica 4.2.3. Prosječna referentna evapotranspiracija, Pula, razdoblje 1980.–1999., mm

Mjeseci												Godišnje
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
29,6	35,8	59,7	81,4	117,6	141,4	171,6	155,0	98,7	67,5	40,2	31,6	1030,2

Tablica 4.2.4. Prosječna referentna evapotranspiracija, Pula, razdoblje 2000.–2019., mm

Mjeseci												Godišnje
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
27,5	33,7	58,1	83,3	120,4	153,4	174,1	154,6	101,0	58,6	37,1	27,9	1029,7

Nema statistički značajne razlike između vrijednosti referentne evapotranspiracije prvog i drugog razdoblja istraživanja na lokaciji Pula.

Prema proračunu referentne evapotranspiracije može se zaključiti da biljke na području Pule za normalan rast i razvoj trebaju 233,8 mm više vode u odnosu na područje Pazina u razdoblju 1980.-1999., odnosno 212,7 mm više u razdoblju 2000.-2019.

Budući da geografski položaj Istre predstavlja sjeverno rubno područje za uzgoj maslina, uz to da se na ovim područjima dobivaju najkvalitetnija maslinova ulja, s izraženom aromom i povoljnim odnosom masnih kiselina, kao i činjenica da je maslina kultura koja se uzgaja na svim dijelovima Istre, ova je kultura uzeta i kao test kultura za proračune bilance vode u tlu. Za maslinu je uzeta ukupna dužina vegetacije od 240 dana (ožujak-listopad), pri čemu su potrebne količine vode za uzgoj masline (Etk-evapotranspiracija kulture) određene umnoškom referentne evapotranspiracije (ET_o) i koeficijenta kulture (kc), odnosno masline, koji je ovisno od razvojnoj fazi masline varirao od 0,65 u inicijalnoj fazi razvoja, do 0,70 u fazi intenzivnog rasta.

4.3. Bilanca oborinske vode u tlu

Bilanca vode kvantitativni je izraz vodnog režima tla i upućuje na manjak ili višak vode na nekom području kroz neko razdoblje. Ulazni parametri za proračun vodne bilance tla su oborine, evapotranspiracija (referentna i kulture, u našem slučaju masline), te hidropedološke konstante.

Hidrološki proračun bilance oborinske vode tla izračunat je na primjeru suhe godine (75%-tna vjerojatnost pojave oborina) za obje lokacije i oba istraživana razdoblja. Bilanca vode na lokaciji Pazin izračunata je za rendzinu (ilovasto tlo) koja je rasprostranjena na području središnje Istre, a na lokaciji Pula za crvenicu (glinasto tlo) koja je najzastupljenije tlo jugozapadne Istre. Za rendzinu (ilovasto tlo) dubine 50 cm ulazni podaci su sljedeći: zalihe fiziološki aktivne vode u površinskom sloju 25

mm, zalihe fiziološki aktivne vode u potpovršinskom sloju 115 mm, kapacitet tla za vodu potpovršinskog sloja 210 mm. Za crvenicu (glinasto tlo) dubine 50 cm ulazni podaci su sljedeći: zalihe fiziološki aktivne vode u površinskom sloju 20 mm, zalihe fiziološki aktivne vode u potpovršinskom sloju 90 mm, kapacitet tla za vodu potpovršinskog sloja 250 mm. Izračun bilance rađen je u programu Hidropedokalk prema korigiranom i kalibriranom Palmerovom modelu (Širić i Vidaček, 1994.). Rezultati proračuna ukazuju na potencijalni manjak vode u tlu koji se javlja kod uzgoja maslina na ovim lokacijama (u izrazu PE-AE).

Na području Pazina u razdoblju 1980.-1999. vidljiv je manjak vode od 39,1 mm, a odnosi se na razdoblje vegetacije masline, odnosno srpanj i kolovoz (Tablica 4.3.1.). Višak vode (OT) od 73,0 mm prisutan je većinom (59,4 mm) u van vegetacijskom razdoblju masline.

Tablica 4.3.1. Bilanca oborinske vode u rendzini (dubine 50 cm) za područje Pazina izračunata temeljem 75%-tne vjerojatnosti pojave oborina (1980.-1999.), mm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			PE-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	36,8	18	0,0	0,0	0,0	18,5	18,3	25,0	115,0	140,0	0,0
II	32,1	25	0,0	0,0	0,0	6,6	25,5	25,0	115,0	140,0	0,0
III	32,3	32	0,0	0,0	0,0	0,7	31,6	25,0	115,0	140,0	0,0
IV	57,4	44	0,0	0,0	0,0	12,9	44,5	25,0	115,0	140,0	0,0
V	49,7	64	14,6	0,0	0,0	0,0	64,3	10,4	115,0	125,4	0,0
VI	74,7	75	0,6	0,0	0,0	0,0	75,3	9,9	115,0	124,9	0,0
VII	33,4	97	9,9	29,4	0,0	0,0	72,7	0,0	85,6	85,6	24,3
VIII	59,0	84	0,0	10,2	0,0	0,0	69,2	0,0	75,4	75,4	14,8
IX	48,2	48	0,0	0,0	0,2	0,0	48,0	0,2	75,4	75,6	0,0
X	51,0	30	0,0	0,0	21,2	0,0	29,8	21,4	75,4	96,8	0,0
XI	66,1	16	0,0	0,0	43,2	7,3	15,6	25,0	115,0	140,0	0,0
XII	45,3	18	0,0	0,0	0,0	27,0	18,3	25,0	115,0	140,0	0,0
Godišnje	586	552,1				73,0	513				39,1
U veg.	406	474,4				13,6	435,3				39,1
Van veg.	180	77,7				59,4	77,7				0,0

Tumač
kratica:

O = oborine
ET0 = evapotranspiracija referentna
ETk = evapotranspiracija kulture
G1 = gubitak vode iz površinskog sloja
G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja
Pu = punjenje tla vodom

OT = otjecanje vode
AE = aktualna evapotranspiracija
Z1 = zaliha u površinskom sloju
Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
FAV = fiziološki aktivna voda

Reakcija masline na nedostatak vode od 39,1 mm tijekom vegetacije, odnosno smanjenje prinosa je izračunato prema metodi Doorenbos i Kassam (1979.). Manjak prinosa masline za lokaciju Pazin i razdoblje 1980.-1999. na primjeru suhe godine iznosio bi 7,0% u odnosu na maksimalno mogući prinos.

U razdoblju 2000.-2019. na području Pazina godišnji manjak oborinske vode u tlu iznosi 64,9 mm i odnosi se u potpunosti na razdoblje vegetacije masline (Tablica 4.3.2.). Za razliku od prvog dvadesetogodišnjeg razdoblja manjak vode se javlja i tijekom lipnja. Istovremeno je utvrđen i višak vode koji na nivou godine iznosi 148,8 mm, a većim dijelom (130,1 mm) se javlja u van vegetacijskom razdoblju.

Tablica 4.3.2. Bilanca oborinske vode u rendzini (dubine 50 cm) za područje Pazina izračunata temeljem 75%-tne vjerojatnosti pojave oborina (2000.-2019.), mm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			PE-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	30,3	16	0,0	0,0	0,0	14,2	16,1	25,0	115,0	140,0	0,0
II	39,0	26	0,0	0,0	0,0	13,0	26,0	25,0	115,0	140,0	0,0
III	41,5	31	0,0	0,0	0,0	10,7	30,8	25,0	115,0	140,0	0,0
IV	54,8	47	0,0	0,0	0,0	8,0	46,8	25,0	115,0	140,0	0,0
V	62,3	66	4,0	0,0	0,0	0,0	66,3	21,0	115,0	136,0	0,0
VI	44,2	83	21,0	10,0	0,0	0,0	75,2	0,0	105,0	105,0	8,3
VII	35,7	101	0,0	32,6	0,0	0,0	68,3	0,0	72,4	72,4	32,6
VIII	50,8	87	0,0	12,6	0,0	0,0	63,4	0,0	59,8	59,8	24,0
IX	84,2	48	0,0	0,0	36,0	0,0	48,2	25,0	70,8	95,8	0,0
X	66,3	28	0,0	0,0	38,5	0,0	27,8	25,0	109,3	134,3	0,0
XI	87,6	15	0,0	0,0	5,7	66,7	15,2	25,0	115,0	140,0	0,0
XII	51,7	16	0,0	0,0	0,0	36,2	15,5	25,0	115,0	140,0	0,0
Godišnje	648	564,9				148,8	500				64,9
U veget.	439	492,1				18,7	427,2				64,9
Van veg.	209	72,8				130,1	72,8				0,0

Tumač kratica:	O = oborine	OT = otjecanje vode
	ET0 = evapotranspiracija referentna	AE = aktualna evapotranspiracija
	ETk = evapotranspiracija kulture	Z1 = zaliha u površinskom sloju
	G1 = gubitak vode iz površinskog sloja	Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
	G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja	FAV = fiziološki aktivna voda
	Pu = punjenje tla vodom	

Utvrđeni manjak kao i višak oborina koji se na lokaciji Pazin javlja u razdoblju 2000.-2019. veći je u odnosu na prethodno dvadesetogodišnje razdoblje, što potvrđuje rast ekstremnih vrijednosti oborina, kao i češću i intenzivniju pojavu suše.

Manjak vode od 64,9 mm utvrđen za lokaciju Pazin i razdoblje 2000.-2019. smanjio bi prinos maslina za 11,2% u odnosu na maksimalno mogući prinos koji bi bio ostvaren da je bilo dovoljno vode tijekom vegetacije maslina.

Temeljem dobivenih vrijednosti proračuna bilance oborinske vode u rendzini na području Pazina u oba istraživana razdoblja može se zaključiti da bi pri uzgoju maslina na ovom području trebalo preporučiti primjenu navodnjavanja u vegetaciji maslina, posebice kroz mjesec lipanj, srpanj i kolovoz. Zbog visokih vrijednosti viškova vode - oborina izvan vegetacije moguće je u tom razdoblju primijeniti mjere

konzervacije vode, odnosno izradu akumulacija koje bi sakupljale oborine za korištenje u vegetaciji.

Na području Pule u razdoblju 1980.-1999. i za crvenicu kao reprezentativni tip tla ovoga područja, utvrđen je godišnji manjak vode od 265,5 mm, pri čemu se isti javlja uglavnom tijekom razdoblja vegetacije maslina (264,33 mm), s maksimalnim zabilježenim manjkom u srpnju (81,3 mm). Višak vode tijekom sušne godine (75%-tne vjerojatnosti pojave oborina) na ovoj lokaciji nije zabilježen (Tablica 4.3.3.).

Tablica 4.3.3. Bilanca oborinske vode u crvenici (dubine 50 cm) za područje Pule izračunata temeljem 75%-tne vjerojatnosti pojave oborina (1980.-1999.), mm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			PE-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	29,7	30	0,1	0,0	0,0	0,0	29,8	19,9	90,0	109,9	0,0
II	14,1	36	19,9	0,6	0,0	0,0	34,7	0,0	89,4	89,4	1,2
III	38,8	39	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	0,0	89,3	89,3	0,1
IV	34,0	53	0,0	6,7	0,0	0,0	40,7	0,0	82,6	82,6	12,1
V	33,8	76	0,0	14,1	0,0	0,0	47,9	0,0	68,5	68,5	28,5
VI	39,0	92	0,0	14,5	0,0	0,0	53,5	0,0	54,0	54,0	38,4
VII	16,5	120	0,0	22,4	0,0	0,0	38,9	0,0	31,6	31,6	81,3
VIII	38,2	109	0,0	8,9	0,0	0,0	47,1	0,0	22,7	22,7	61,4
IX	23,8	64	0,0	3,7	0,0	0,0	27,5	0,0	19,1	19,1	36,7
X	37,7	44	0,0	0,5	0,0	0,0	38,2	0,0	18,6	18,6	5,8
XI	52,8	26	0,0	0,0	26,7	0,0	26,1	20,0	25,3	45,3	0,0
XII	39,1	32	0,0	0,0	7,5	0,0	31,6	20,0	32,7	52,7	0,0
Godišnje	398	720,5				0	455,0				265,5
U veget.	262	597,1				0	332,8				264,3
Van veg.	136	123,4				0	122,2				1,2

Tumač	O = oborine	OT = otjecanje vode
kratica:	ET0 = evapotranspiracija referentna	AE = aktualna evapotranspiracija
	ETk = evapotranspiracija kulture	Z1 = zaliha u površinskom sloju
	G1 = gubitak vode iz površinskog sloja	Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
	G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja	FAV = fiziološki aktivna voda
	Pu = punjenje tla vodom	

Manjak vode od 264,3 mm utvrđen za lokaciju Pula i razdoblje 1980.-1999. tijekom vegetacije maslina smanjio bi prinos maslina za čak 37,6% u odnosu na maksimalno mogući prinos koji bi bio ostvaren da je bilo dovoljno vode tijekom vegetacije.

U razdoblju 2000.-2019. na lokaciji Pula utvrđen je godišnji manjak vode od 304,8 mm, uglavnom kroz razdoblje vegetacije maslina (302,2 mm), s najvećim mjesečnim manjkom utvrđenim u srpnju (99,0 mm). Niti u ovome razdoblju za lokaciju Pula nije zabilježen višak oborinske vode, odnosno otjecanje (Tablica 4.3.4.).

Tablica 4.3.4. Bilanca oborinske vode u crvenici (dubine 50 cm) za područje Pule izračunata temeljem 75%-tne vjerojatnosti pojave oborina (2000.-2019.), mm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			PE-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	20,2	28	7,4	0,0	0,0	0,0	27,6	12,6	90,0	102,6	0,0
II	23,5	34	10,1	0,0	0,0	0,0	33,6	2,5	90,0	92,5	0,0
III	23,8	38	2,5	4,1	0,0	0,0	30,4	0,0	85,9	85,9	7,3
IV	36,9	54	0,0	5,9	0,0	0,0	42,8	0,0	80,0	80,0	11,4
V	32,2	78	0,0	14,7	0,0	0,0	46,9	0,0	65,3	65,3	31,3
VI	12,2	100	0,0	22,8	0,0	0,0	35,0	0,0	42,4	42,4	64,6
VII	2,7	122	0,0	20,2	0,0	0,0	22,9	0,0	22,2	22,2	99,0
VIII	11,4	108	0,0	8,6	0,0	0,0	20,0	0,0	13,6	13,6	88,3
IX	65,3	66	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	0,0	13,6	13,6	0,4
X	39,1	38	0,0	0,0	1,0	0,0	38,1	1,0	13,6	14,6	0,0
XI	34,1	24	0,0	0,0	9,9	0,0	24,2	10,9	13,6	24,5	0,0
XII	14,2	28	10,9	0,1	0,0	0,0	25,3	0,0	13,4	13,4	2,6
Godišnje	316	716,8				0	412				304,8
U veget.	224	603,5				0	301,3				302,2
Van veg.	92	113,3				0	110,7				2,6

Tumač	O = oborine	OT = otjecanje vode
kratica:	ET0 = evapotranspiracija referentna	AE = aktualna evapotranspiracija
	ETk = evapotranspiracija kulture	Z1 = zaliha u površinskom sloju
	G1 = gubitak vode iz površinskog sloja	Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
	G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja	FAV = fiziološki aktivna voda
	Pu = punjenje tla vodom	

Utvrđeni manjak vode u ovome razdoblju je za 39,3 mm veći u odnosu na manjak utvrđen tijekom razdoblja 1980.-1999. Prema tome maslina je u ovom razdoblju (2000.-2019.) imala 302,2 mm vode manje od potrebnih količina, što bi moglo dovesti do pada prinosa maslina za čak 42,9% u odnosu na maksimalno mogući prinos koji bi bio ostvaren da ovog nedostatka nije bilo.

Rezultati proračuna ukazuju da je na području Pule opravdana primjena navodnjavanja maslina u oba istraživana razdoblja, odnosno da je ona nužna za ostvarivanje stabilnih i rentabilnih prinosa.

5. Zaključak

Promjena klimatskih značajki pod utjecajem globalnih klimatskih promjena kao i njen utjecaj na bilancu oborinske vode tla promatrana je na primjeru rendzine za područje Pazina u središnjoj Istri i crvenice za područje Pule u jugozapadnoj Istri. U skladu s globalnim klimatskim promjenama, potvrdila se pretpostavka o promjeni klimatskih čimbenika u razdoblju 2000.-2019. u odnosu na 1980.-1999.

Statistička analiza utvrdila je statistički značajan porast (uz vjerojatnost $P=0,01$) prosječne godišnje vrijednosti temperature zraka u razdoblju 2000.-2019. u odnosu na razdoblje 1980.-1999. godina i to prosječno za $0,9^{\circ}\text{C}$ na području Pazina, te $1,2^{\circ}\text{C}$ na području Pule.

Utvrđen je i porast godišnjih količina oborina u razdoblju 2000.-2019. u odnosu na razdoblje 1980.-1999. godina i to prosječno za 142,4 mm na području Pazina, što predstavlja značajnu razliku (uz vjerojatnost $P=0,05$), te za 111,3 mm na području Pule, što nije statistički značajna razlika.

Rezultati proračuna bilance oborinske vode tla ukazuju da je utvrđeni manjak vode u vegetaciji maslina na području Pazina iznosio 39,1 mm u razdoblju 1980.-1999., odnosno 64,9 mm u razdoblju 2000.-2019. godina. Navedeni nedostaci vode mogli su uzrokovati redukciju prinosa maslina od 7,0-11,2%. Na području Pule utvrđeni manjak je bio 264,3 mm u razdoblju 1980.-1999., odnosno 302,2 mm u razdoblju 2000.-2019. godina. Potencijalna redukcija prinosa maslina ovdje iznosi 37,6-42,9%.

Analizom komponenata hidrološkog proračuna bilance oborinske vode tla može se utvrditi da postoje razlike u vodnom režimu rendzine i crvenice, te da postoje razlike kako između istraživanih lokacija, tako i između istraživanih razdoblja. Klima ima značajnu ulogu u vodnom režimu tla, ali on ovisi i o hidropedološkim značajkama.

Dobiveni rezultati potvrđuju tezu da se klimatske promjene ne očituju samo u promjeni prosječnih vrijednosti, nego i u raspodjeli klimatskih događaja, odnosno u velikom variranju klimatskih čimbenika kroz godinu.

Radi prilagodbe klimatskim promjenama, potrebno je primjenjivati hidromelioracijske mjere navodnjavanja, ali i odvodnje. Iz tog razloga, za stabilan i rentabilan prinos maslina, na području Pazina i posebice Pule preporuča se navodnjavanje u sušnim godinama tijekom vegetacijskog razdoblja. Za područje Pazina se preporuča izrada akumulacija koje bi sakupljale višak vode koji se javlja u van vegetacijskom razdoblju, čime bi osigurali konzervaciju oborinske vode i njeno korištenje u vegetaciji.

6. Popis literature

1. Bašić, F. (2014). Regionalizacija hrvatske poljoprivrede u zajedničkoj poljoprivrednoj politici EU. *Civitas Crisiensis*, 1: 143-176.
2. Benac, Č., Rubinić, J., Ružić, I., Radišić, M. (2017). Geomorfološka evolucija riječnih dolina i ušća na Istarskom poluotoku. *Hrvatske vode*. 25 (100): 71-80.
3. Bognar, A. (2001). Geomorfološka regionalizacija Republike Hrvatske, *Acta Georg. Croatica*, Zagreb. 34: 7-29.
4. Doorenbos, J., Kassam, A.H. (1979). Yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper*, 33, FAO, Rome.
5. Durn, G., Slovenec, D., Čović, M. (2001). Distribution of iron and manganese in terra rossa from Istria and its genetic implications. *Geologia Croatica*, Zagreb. 54 (1): 27-36.
6. Filipčić, A. (1998). Klimatska regionalizacija Hrvatske po W. Köppenu za standardno razdoblje 1961.-1990. u odnosu na razdoblje 1931.-1960. *Acta Geogr. Croatica*. 33: 1-15.
7. Filipčić, A. (2001). Razgraničenje Köppenovih klimatskih tipova Cf i Cs u Hrvatskoj. *Acta Geogr. Croatica*. 35: 7-18.
8. Gluhić, D. (2005). Pogodnosti tla Istre za vinogradarsku proizvodnju. *Glasnik zaštite bilja* 6.
9. Husnjak, S. (2014). *Sistematika tala Hrvatske*. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
10. Peh, Z., Miko, S., Bukovec, D. (2003). The geochemical background in Istrian soils. *Nat. Croat.* 12 (4): 195-232.
11. Penzar, I., Penzar, B. (2000). *Agroklimatologija*. Školska knjiga, Zagreb.
12. Radeljak, I., i sur. (2012). Studija o utjecaju na okoliš za zahvat sustava navodnjavanja poljoprivrednih površina Petrovije (550 ha), Osijek, 112-128.
13. Seletković, S., Tikvić, I., Vučetić, M., Ugarković, D. (2011). Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske. *Šume hrvatskoga sredozemlja*, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 142-161.

14. Singer, A., Schwertmann, U., Friedl, J. (1998). Iron oxide mineralogy of Terre Rosse and Rendzinas in relation to their moisture and temperature regimes. *European Journal of Soil Science*. 40: 386-395.
15. Šegota, T., Filipčić, A. (2003). Köppenova podjela klime i hrvatsko nazivlje. *Geoadria*. 8 (1): 17-37.
16. Šimunić, I., Spalević, V., Vukelić-Shutoska, M., Šoštarić, J., Marković, M. (2014). Utjecaj nedostatka vode u tlu na prinose poljoprivrednih kultura. *Hrvatske vode*, 22 (89): 203-212.
17. Šimunić, I. (2014). Uređivanje voda. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
18. Širić, I., Vidaček, Ž. (1994). Hidropedokalk, kompjuterski program za izračunavanje bilance oborinske vode u tlu, Zavod za pedologiju, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
19. Škorić, A., Mihajlo, A., Bašić, F., Bogunović, M., Cestar, D., Martinović, J., Mayer, B., Miloš, B., Vidaček, Ž. (1987). Pedosfera Istre. Projektni savjet pedološke karte Hrvatske, posebna izdanja, knjiga 2, Zagreb.
20. Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Smec, L., Vučetić, V. (2008). Klimatski atlas Hrvatske 1961.-1990., 1971.-2000., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.
21. Državni zavod za statistiku (2020). Naselja i stanovništvo Republike Hrvatske 1857.-2001.
<https://www.dzs.hr> - pristup 24.4.2020.
22. FAO (1992). CROPWAT, computer program for irrigation planning and management. Irrigation and Drainage Paper, 46, Rome.
23. IPCC - The Intergovernmental Panel of Climate Change
<https://www.ipcc.ch> - pristup 15.3.2020.
24. Istarska enciklopedija (2005). Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
<http://istra.lzmk.hr/xq> - pristup 28.4.2020.
25. Istra, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje (2020). Leksikografski zavod Miroslav Krleža.
<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=28002> - pristup 23.4.2020.

26. Katastar državne geodetske uprave (2020).
<https://www.katastar.hr/#/> - pristup 24.4.2020.
27. NOAA - National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2019 (2020).
<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913> - pristup 15.3.2020.
28. Pariška konferencija UN-a o klimatskim promjenama, 2015.
<https://www.consilium.europa.eu/hr/meetings/international-summit/2015/11/30/> - pristup 15.3.2020.

Životopis

Dora Sertić rođena je 19.7.1996. godine u Zagrebu. Upisuje prvi razred Osnovne škole Ivana Perkovca u Šenkovcu kraj Zaprešića (općina Brdovec) 2003. godine koju završava 2011. godine. Iste godine upisuje prvi razred XVI. gimnazije u Zagrebu koju pohađa do 2015. Maturirala je u lipnju iste godine te upisuje Agronomski fakultet, smjer Agroekologija. Završava preddiplomski sveučilišni studij Agroekologije 2018. godine i postaje sveučilišna prvostupnica (baccalaurea) inženjerka agroekologije.

Primarni joj je strani jezik engleski koji aktivno uči od prvog razreda osnovne škole do završetka gimnazije napredujući do stupnja C2. Kao sekundarni strani jezik uči njemački (A1), zatim španjolski (A2), dvije godine latinski jezik (klasični i tradicionalni) te ruski napredujući do B1 razine. Digitalne vještine obnaša na samostalnoj razini u Windows OS-u i Mac OS-u.

Paralelno s osnovnim obrazovanjem aktivno se bavi kyokushinkai karateom i osvaja dva prvenstva Hrvatske, također aktivno nastupa u KUD-u Mihovil Krušlin, Šenkovec te igra rukomet u RK Januševac. Volontira u radu Crvenog križa.