

Modeliranje potreba vode za navodnavanje masline primjenom različitih klimatskih podataka

Stegić, Mariola

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:927098>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

MODELIRANJE POTREBA VODE ZA NAVODNJAVANJE
MASLINE PRIMJENOM RAZLIČITIH KLIMATSKIH
PODATAKA

DIPLOMSKI RAD

Mariola Stegić

Zagreb, srpanj, 2020.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:
Poljoprivredna tehnika

**MODELIRANJE POTREBA VODE ZA NAVODNJAVANJE
MASLINE PRIMJENOM RAZLIČITIH KLIMATSKIH
PODATAKA**

DIPLOMSKI RAD

Mariola Stegić

Mentor: Prof. dr. sc. Davor Romić

Zagreb, srpanj, 2020.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, Mariola Stegić, JMBAG 80977058, rođena 29.05.1995. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

MODELIRANJE POTREBA VODE ZA NAVODNJAVANJE MASLINE PRIMJENOM RAZLIČITIH KLIMATSKIH PODATAKA

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**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice Mariola Stegić, JMBAG 80977058, naslova

MODELIRANJE POTREBA VODE ZA NAVODNJAVANJE MASLINE PRIMJENOM RAZLIČITIH

KLIMATSKIH PODATAKA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Prof. dr. sc. Davor Romić mentor

2. Doc. dr. sc. Monika Zovko član

3. Prof. dr. sc. Đani Benčić član

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Ciljevi rada..... | 3 |
| 3. Pregled dosadašnjih istraživanja | 4 |
| 3.1. Agroekološki uvjeti uzgoja masline | 4 |
| 3.1.1. Proizvodnja masline u svijetu | 6 |
| 3.2. Uloga navodnjavanja u rastu, razvoju i kvaliteti maslinovog ulja | 7 |
| 4. Materijali i metode | 9 |
| 4.1. Područje istraživanja | 9 |
| 4.2. Određivanje potreba vode i rasporeda navodnjavanja maslina uzgajane na melioriranom kršu na području Donjeg polja (Jadrtovac, Šibensko-kninska županija) | 11 |
| 4.2.1. Izvor ulaznih meteoroloških podataka korištenih za određivanje potreba vode za navodnjavanje | 11 |
| 4.2.2. Primjena modela CROPWAT za određivanje vode i rasporeda navodnjavanja maslina uzgajane na melioriranom kršu na području Donjeg polja (Jadrtovac, Šibensko-kninska županija)..... | 11 |
| 4.3. Određivanje karakteristika masline za izračun potreba vode | 13 |
| 4.4. Procjena utjecaja navodnjavanja na rast i razvoj masline | 13 |
| 5. Rezultati | 14 |
| 5.1. Proračun referentne evapotranspiracije (ET_{oc}) prema modelu Penman-Monteith za meteorološke stanicu Šibenik | 14 |
| 5.1.2. Proračun efektivnih oborina za meteorološku stanicu Šibenik..... | 15 |
| 5.1.3. Odnos između referentne evapotranspiracije (ET_{oc}) i efektivnih oborina . | 15 |
| 5.1.4. Potrebe vode za navodnjavanje (CROPWAT 1)..... | 16 |
| 5.1.5. Raspored navodnjavanja..... | 17 |
| Tablica 5.1.5.1. Modelom izračunat raspored navodnjavanja masline u prosječnim klimatskim uvjetima | 18 |
| 5.2. Potrebe vode za navodnjavanje nasada maslina: CROPWAT modeli i AMP izračun | 19 |
| 5.3. Odnos izmjerene evapotranspiracije kulture - masline na AMP i meteorološkoj stanici Šibenik pomoću Penman-Monteithove formule na za razdoblje 2015. – 2017..... | 21 |
| 5.3. Razlike u dnevnom hodu između referentne evapotranspiracije CROPWAT modela i AMP izračuna | 23 |
| 6. Rasprava | 29 |
| 7. Zaključak | 35 |
| 8. Literatura | 37 |

SAŽETAK

MODELIRANJE POTREBA VODE ZA NAVODNJAVANJE MASLINE PRIMJENOM RAZLIČITIH KLIMATSKIH PODATAKA

Budući da se maslina tradicionalno uzgaja na području Mediteranskog bazena u aridnim uvjetima s oskudnim oborinama, potreba za uvođenjem mjere navodnjavanja sve je više izražena naročito u uvjetima krškog krajobraza primorskih i otočnih područja. Na području Republike Hrvatske maslina se ne navodnjava u onoj mjeri u kojoj bi trebala pa nam zbog toga prinosi osciliraju. Uvođenjem mjere navodnjavanja stabilizirali bi proizvodnju. U ovom diplomskom radu odredile su se potrebe vode za navodnjavanjem za agroekološke uvijete Jadrtočca. Kako bi se izračunale potrebe navodnjavanja tla u odnosu na značajke tla, meteorološke pokazatelje i karakteristike masline koristio se „Cropwat“ model. Usporedbom rezultata dobivenih sa meteorološke stanice Šibenik i automatske meteorološke postaje za razdoblje od 2015. – 2017. godine uočeno je da je tijekom svih mjeseci izračunata evapotranspiracija veća od evapotranspiracije sa automatske postaje. Isto tako, uspoređivane evapotranspiracije podudaraju se u najvišim i najnižim vrijednostima. Uz to, provedena su mjerenja parametara rasta i razvoja stabla te bujnosti masline. Najboljima su se pokazali tretmani 50% ET i 75% ET u odnosu na kontrolni tretman. Zaključno se pokazalo kako bi se za točne rezultate i daljnje planove navodnjavanja trebalo provoditi dugotrajnija mjerenja, a u obzir uzeti sve parametre koji utječu na pravilan uzgoj masline. Preporuka je kako bi se daljnja istraživanja trebala kretati u smjeru istog.

Ključne riječi: *poljoprivreda, maslina, navodnjavanje, trajni nasadi, suša*

SUMMARY

MODELING WATER NEEDS FOR IRRIGATION OF OLIVES USING DIFFERENT CLIMATE DATA

Olives are traditionally grown in the Mediterranean basin in arid conditions with scarce rainfall. Because of these conditions, the need to introduce irrigation methods is becoming increasingly pronounced especially in the karst landscape of coastal and island areas. On the territory of the Republic of Croatia, olives are not sufficiently irrigated which leads to oscillation of olive yields. The introduction of irrigation methods would stabilise yields and the production of olives. In this master thesis, the needs for the irrigation waters were determined for agroecological conditions of Jadrtovac area. To calculate the irrigation needs of the soil based on the soil characteristics, meteorological indicators and olive characteristics, the "Cropwat" model was used. By comparing the results obtained from the meteorological station Šibenik and the automatic meteorological station in the period from 2015 to 2017, calculated evapotranspiration was higher than the evapotranspiration from the automatic station for all months analysed. Additionally, calculated maximal and minimal evapotranspiration values coincide for the two sets of results. Furthermore, measurements of the tree growth and development parameters, as well as olive lushness, were performed. 50% ET and 75% ET treatments showed the best results compared to the control treatment. Finally, it was shown that for accurate results and further irrigation plans, longer-term measurements should be performed, taking into account all the parameters that affect the proper cultivation of olives. It is recommended that further research follows the analysis of this thesis.

Key words: *agriculture, olive, irrigation, permanent crops, aridity*

1. Uvod

Prema izvješću o stanju prostora (Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, 2012.) Republika Hrvatska (RH) raspolaže s 2.638.044 ha poljoprivrednog zemljišta (što čini 46,6 % kopnene površine RH), od čega korišteno poljoprivredno zemljište zauzima površinu od 1.891.309 ha (33,4 % od kopnene površine RH ili 71,7 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta). Pod pojmom korišteno poljoprivredno zemljište podrazumijevaju se sve površine pod poljoprivrednim kulturama te livade i pašnjaci. Korišteno poljoprivredno zemljište pod kulturama (bez livada i pašnjaka) smatra se obrađeno poljoprivredno zemljište. Takvog zemljišta je u RH 1.116.332 ha, što iznosi svega 42,3 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta (Romić i sur., 2014.). Kategorije pokrova zemljišta za koje je procijenjeno da pripadaju poljoprivrednom zemljištu ili su potencijalno poljoprivredno zemljište, a ne koriste se za tu namjenu (kamenjarski travnjaci, tršćaci, vlažni travnjaci, zemljišta u zarastanju) zauzimaju 746.735 ha (13,2 % kopnene površine RH ili 28,3 % ukupnog poljoprivrednog zemljišta) (Romić i sur., 2014.).

U Šibensko-kninskoj županiji ukupno je 186.333 ha poljoprivrednog zemljišta od kojih je pod maslinicima 3903 ha (Razvojna strategija Šibensko-kninske županije 2011. – 2013., 2011). Udio nekorištenog zemljišta u Šibensko-kninskoj županiji iznosi više od 29 % od ukupnih 746.735 ha, dok udio obradivog poljoprivrednog zemljišta iznosi od 1,1 % - 10 % od 1.116.332 ha (Romić i Njavro, 2019.). Nekorišteno i zapušteno poljoprivredno zemljište zarasta širenjem okolne vegetacije i time prelazi u šume i šumsko zemljište čime postaje dio šumsko gospodarske osnove te to također može biti jedan od razloga zašto se ne koristi veća poljoprivredna površina u svrhu maslinika. Kad se radi o privatnom vlasništvu, osnovni problem su nesređeni imovinsko-pravni odnosi i stanje zemljišnih knjiga, usitnjenost parcela, ali i naglašena socijalna pitanja koja su posljedica iseljavanja stanovništva iz ruralnih područja, starosna dob poljoprivrednih proizvođača i smanjen interes za bavljenje poljoprivredom (Romić i Njavro, 2019.). Da bi se omogućilo podizanje trajnih nasada na većim površinama postoji mogućnost da se šumsko zemljište u kršu prenamjeni u poljoprivredno zemljište. Takva prenamjena je vremenski i financijski zahtjevna s upitnom održivošću konačnog ishoda, budući se radi o jednom vrlo osjetljivom prostoru u kojem se ravnoteža sastavnica okoliša vrlo lako može narušiti.

Gospodarenje trajnim nasadima na kultiviranim tlima krša prema pravilima dobre poljoprivredne prakse zahtjeva nova saznanja, nove metode praćenja i usku povezanost proizvođača, stručne prakse i znanstvenih spoznaja. Umrežavanje različitih struka i saznanja naročito dolazi do izražaja upravo u gospodarenju navodnjavanjem. Izazovi su postavljeni već od samog zahvata vode za navodnjavanje, izborom sustava navodnjavanja, određivanjem što optimalnijeg obroka navodnjavanja, turnusa navodnjavanja i razdobljem navodnjavanja masline u vegetaciji. Dobrom poljoprivrednom praksom želimo ne samo ostvariti stabilne i redovite prinose maslina i što bolju kvalitetu ulja već i optimizirati potrošnju vode za navodnjavanje.

Širenje poljoprivredne proizvodnje najčešće drvenastih kultura (masline i vinove loze) na području krša jadranske Hrvatske predstavlja veliki izazov. Projektiranje sustava za navodnjavanje, izračun parametara za doziranje vode (obrok navodnjavanja, norma navodnjavanja, trenutak navodnjavanja, hidromodul navodnjavanja, broj navodnjavanja i trajanje navodnjavanja) na tim površinama je vrlo zahtjevan zadatak. Kod projektiranja sustava koriste se različiti modeli, a izvori meteoroloških podataka su najčešće jako udaljeni od mjesta primjene. Stoga će se u ovom radu usporediti izračunate potrebe vode za navodnjavanjem maslina temeljem višegodišnjih klimatskih podataka s meteorološke postaje Šibenik i automatske meteorološke stanice postavljene u nasadu masline.

2. Ciljevi rada

Ciljevi ovog diplomskog rada su:

- i) odrediti potrebe vode i raspored navodnjavanja maslina uzgajane na melioriranom kršu na području Donjeg polja Jadrovac temeljem:
 - a) višegodišnjih klimatskih podataka s meteorološke postaje Šibenik i*
 - b) s automatske meteorološke postaje u nasadu masline;**
- ii) usporediti rezultate dobivene iz dva, gore spomenuta, modela;*
- iii) procijeniti utjecaj navodnjavanja na rast i razvoj masline*

3. Pregled dosadašnjih istraživanja

3.1. Agroekološki uvjeti uzgoja masline

Maslina (*Olea europaea L.*) je zimzeleno drvo koje se primarno uzgaja između 30° i 45° zemljopisne širine sjeverne i južne polutke (FAO, 2011.). Spada u kserofitne biljne vrste te se smatra jednom od najbolje prilagođenih kultura za uzgoj u sušnim (aridnim i semiaridnim) uvjetima.

Maslina je najzastupljenija poljoprivredna kultura među trajnim nasadima u regiji jadranske Hrvatske pri čemu Dalmacija sudjeluje s više od 3/4 od ukupnog broja stabala maslina u zemlji (Gugić i sur. ,2012.). Danas se najveći broj stabala maslina (oko 96 %) nalazi u vlasništvu obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, a prosječna maslinarska obitelj ima 100-150 stabala maslina, od kojih proizvodi 100-150 litara ulja (Gašparec-Skočić i Milat, 2011.). U posljednjih dvadesetak godina u sektoru maslinarstva bilježimo kontinuirano povećanje proizvodnih površina i porast proizvodnje. Rezultat je to većeg ulaganja u tu granu poljoprivrede, davanja poticaja na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini, uvođenja novih tehnologija u proizvodnji, povećanje potražnje za maslinovim uljem, kao i popularizacije spoznaja o prehrambenoj vrijednosti maslinovog ulja (Šimunović, 2005).

Različite klimatske karakteristike kao što su temperatura, oborine, vjetrovi, relativna vlaga zraka te trajanje sijanja sunca utječu na rast, razvoj, plodnost i životni vijek masline. Prema Barbariću i sur. (2014.) u području u kojem se uzgajaju masline prosjek temperatura zraka kreće se od 12°C do 20°C. Temperature zraka više od 32°C u svibnju te 36°C u srpnju i kolovozu nepovoljne su za maslinu prema Barbariću i sur. (2014.). S obzirom na važnost visokih temperatura Perica i sur. (2007.) ističu i važnost niskih temperatura i to onih koje su niže od 7,2°C u ukupnom trajanju do 50 do 60 sati godišnje. Perica i sur. (2007.) utvrdili su kako je potreban veći zbroj sati niskih temperatura da bi cvatnja bila jednako obilna kao u godinama nakon niskog uroda. Visoka relativna vlaga zraka štetna je u razdoblju cvatnje masline prema Barbariću i sur. (2014.). Isti autori kao važan čimbenik ističu i vjetar. Uzevši buru kao suhi vjetar te jugo kao vlažni vjetar utvrdili su da su ti vjetrovi štetni u razdoblju cvatnje masline. Što se tiče insolacije, Perica i sur. (2007.) utvrdili su pozitivnu korelaciju između osvjetljenosti krošnje i broja plodova masline u krošnji.

Gugić i sur. (2012.) izdvajaju tradicionalni, poluintenzivni i intenzivni način uzgoja maslina te superintenzivni uzgoj na pokusnim nasadima. Uobičajena gustoća tradicionalnih nasada iznosi između 50 i 100 stabala/ha. Oštra rezidba, povremena obrada tla, niski prinosi od 1 do 5 tona/ha maslina neka su od općih obilježja tradicionalnog uzgoja koji je još uvijek najrašireniji način uzgoja maslina u mediteranskom području (FAO, 2011.). Intenzivni nasadi imaju gustoću između 200 i 550 stabala/ha. Tlo se često prekriva privremenim ili trajnim travnatim pokrovom kako bi se smanjila erozija i olakšala mehanizacija u vlažnim razdobljima. U onim područjima gdje je ukupna godišnja količina oborina viša od 600 mm, uzgoj maslina je moguć i bez primjene navodnjavanja ako tlo ima dobar kapacitet zadržavanja vode. Prosječni

prinosi (ovisno o sorti) mogu biti prilično visoki u prvim godinama proizvodnje (treća do sedma godina nakon sadnje) i mogu prosječno iznositi 10-14 tona/ha tijekom razdoblja od 10 godina uz upitnu održivost tako visokih prinosa u dugoročnom razdoblju (FAO, 2011.). Uzgoj maslina u svijetu, Russo i sur. (2016.) dijele na: i) tradicionalno ili opsežno, ii) polu-intenzivno i iii) super-intenzivno. Pod tradicionalnim ili opsežnim uzgojem podrazumijeva se niska razina radne snage i resursa. Osim toga, postoje brojni strukturno-ograničavajući čimbenici: nasadi su podignuti najčešće na strmim padinama, stabla maslina su stara i velika, posađena bez pravilnog razmaka unutar reda i među rednog razmaka s manje od 140 stabala po hektaru. Nasadi pokazuju nisku rodnost, naglašenu alternativnu rodnost i posljedično male prihode. Poluintenzivni uzgoj maslina karakterizira primjena mineralnih gnojiva i sredstva za zaštitu bilja; suzbijanju korova obradom tla ili herbicidima; navodnjavanja; mehanizirana ili polu-mehanizirana berba. Gustoća nasada u takvim nasadima maslina kreće se od 140 do 399 stabala po hektaru. Super-intenzivni uzgoj (vrlo visoka gustoća nasada, do 2500 stabala po hektaru) karakterizira visok unos gnojiva i sredstava za zaštitu bilja, intenzivnu primjenu navodnjavanja i mehanizirane postupke rezidbe i berbe.

Optimalna tla za maslinu su ona tla u kojima je odnos zraka i vode u ravnoteži, a to su vapnenasta tla s neutralnom i blago kiselom reakcijom (Barbarić i sur., 2014.). Bogunović i sur. (2010.) napravili su analizu procjene tala najpogodnijih za uzgoj masline na području Dalmacije, naglašavajući da maslina daje prednost dubokim, rahlim i prozračnim tlima, iako se većinom maslina uzgajala na „škrtom“ tlu odnosno plitkim i skeletnim tlima. Nasadi maslina podižu se na različitim tipovima tala: kamenjar, regosol, rendzina, vertisol, eutrični kambisol, crvenica, luvisol, koluvij i hidromeliorirano tlo. Barbarić i sur. (2014.) ističu da je maslina skromnih zahtjeva prema kvaliteti tla, stoga su provedena istraživanja koja ukazuju da različite sorte masline imaju različite zahtjeve s obzirom na određena svojstva tla. Jedno od najvažnijih svojstava je dobra dreniranost tla i što manja mogućnost stagniranja vode na površini tla. Maslina po svojim genetskim svojstvima i morfologijom korjenova sustava, bolje podnosi sušu nego višak vode (Barbarić i sur., 2014.). Stoga je važno provesti hidrotehničke i meliorativne zahvate odvodnje suvišnih voda te popravljjanje vodo-zračnih odnosa u tlu. U području uzgoja masline takva tla se najčešće nalaze u krškim poljima hrvatskog priobalja (Bakić, 2014). S druge strane, uzgoj maslina u teksturno lakšim tlima s dominantnom frakcijom pijeska i slabim kapacitetom zadržavanja vode, biti će održiv samo uz primjenu navodnjavanja (Barbarić i sur., 2014.).

Jedan od značajnih problema korištenja takvih površina za poljoprivrednu proizvodnju je osigurati dostatne količine vode za navodnjavanje. Obično se takve površine nalaze izvan prostora na kojima se tradicionalno odvijala poljoprivredna proizvodnja. Tradicionalne poljoprivredne površine vezane su najčešće za krška polja unutar kojih se mogu naći stalni ili povremeni tokovi površinskih voda. Takvi se tokovi s ili bez hidrotehničkih zahvata mogu koristiti za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Stoga se moraju tražiti druga rješenja, a to je prije svega zahvaćanje podzemnih voda i/ili izgradnja većih ili manjih akumulacija (Romić i sur., 2015.).

3.1.1. Proizvodnja masline u svijetu

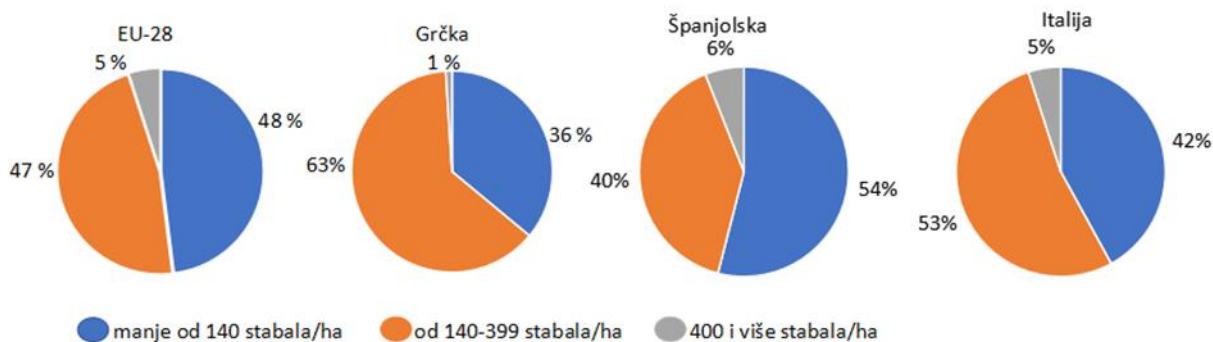
Što se tiče proizvodnje masline u svijetu, Španjolska je uvjerljivo najveći svjetski proizvođač kada je u pitanju proizvodnja maslina s 50 % ukupne površine namijenjene za proizvodnju maslina. Slijede je Italija sa 24 % i Grčka sa 17 % (Russo i sur., 2016.). Prosječno se bilježe veći prinosi maslina u Italiji i Grčkoj u odnosu na ostvarene prinose maslina u Španjolskoj (Russo i sur., 2016.). Gledajući godišnju proizvodnju, Španjolska proizvodi više od 6 tona maslina. Italija zauzima drugo mjesto s preko tri tone, a Grčka je treća s više od dvije tone. Ostale zemlje u prvih deset uključuju (u silaznom poretku) Tursku, Siriju, Tunis, Maroko, Egipat, Alžir i Portugal. Masline se također uzgajaju u Libanonu, Kaliforniji u Sjedinjenim Državama te dijelovima Argentine i Novog Zelanda, Australiji i Čileu (Russo i sur., 2016.). U tablici 3.1.1.1. su prikazana glavna proizvodna područja Grčke, Španjolske i Italije s prosječnim veličinama nasada, godišnjim prometom te brojem gospodarstava. Španjolska s najvećom prosječnom veličinom nasada od 5,5 ha te najvišim godišnjim prometom po broju gospodarstava koji se bave uzgojem maslina nalazi se značajno iza Italije i Grčke. Iz navedenog se može zaključiti važnost veličine nasada u ostvarenom godišnjem prometu (prihodu).

Tablica 3.1.1.1. Struktura nasada maslina

| Nasadi | GRČKA | ŠPANJOLSKA | ITALIJA |
|-------------------------------------|---|---|---|
| Prosječna veličina (ha) | 1,5 | 5,5 | 1,3 |
| Godišnji promet (milijuna €) | 750 | 2.094 | 1.700 |
| Broj gospodarstava | 531.000 | 413.000 | 776.000 |
| Glavna proizvodna područja | Peloponez, Središnja Grčka, Kreta, Lesbos, Halkidiki, Kavala, Otoci | Andaluzija, Kastilja La Mancha, Ekstremadura, Katalonija, autonomna zajednica Valencija | Apulija, Kalabrija, Sicilija, Kampanija |

Izvor: Russo i sur., 2016.

Razlika u gustoći (broj stabala /ha) nasada maslina u glavnim proizvodnim područjima Europske Unije prikazana je na slici 3.1.1.2. U svim zemljama EU koji imaju nasade maslina, najmanje su zastupljeni nasadi (najviše do 6 %) s više od 400 stabala/ha. Uzimajući prosjek nasada u EU (EU-28) skoro podjednako su zastupljeni nasadi s manje od 140 stabala/ha te od 140 do 399 stabala/ha.



Slika 3.1.1.2. Gustoća nasada maslina u državama Europske unije s najvećom proizvodnjom maslina
Izvor: Russo i sur., 2016.

3.2. Uloga navodnjavanja u rastu, razvoju i kvaliteti maslinovog ulja

Voda je potrebna maslini za njen vegetativni rast i razvoj, za raniji početak rodosti i za povećanu proizvodnju po jedinici površine. U RH se masline gotovo isključivo uzgajaju bez navodnjavanja, pa tijekom dugih sušnih ljeta maslina ovisi isključivo o rezervama vode u tlu. Kritično razdoblje masline za vodom je u kolovozu i rujnu kada plod intenzivno raste i povećava se (Perica, 2006.).

Rezultati do sada provedenih istraživanja naglašavaju važnost navodnjavanja i pozitivan učinak navodnjavanja u proizvodnji maslina i randmanu ulja (Lavee i sur., 1990; Girona, 1996; Moriana i sur., 2003.). Velika važnost pridodaje se određivanju obroka navodnjavanja, ukupne norme navodnjavanja, ali i rasporeda navodnjavanja za veći prinos te bolju kakvoću ulja (Grattan, i sur. 2006.). Pastor i suradnici (1999.) proveli su istraživanje u južnoj Španjolskoj kojim je utvrđeno da primjena navodnjavanja povećava prinos maslina. Pri tome, nije bilo značajne razlike u prinosu maslina navodnjavanih s 150 mm i 320 mm tijekom jedne vegetacije. U istraživanju Moriana i sur. (2003.) također je utvrđeno da porast prinosa maslina nije linearno proporcionalan povećanju obroka navodnjavanja, još je utvrđeno da se maksimalna evapotranspiracija (ET_c) ostvaruje u rasponu od 700-800 mm obroka tijekom cijele vegetacije. Određivanjem optimalnog obroka navodnjavanja postići će se porast prinosa, ali i istovremeno zadržati kakvoća maslinovog ulja. U nasadima maslina navodnjavanih obrocima od 33 – 40 % evapotranspiracije (ET_c), iz plodova su dobivena maslinova ulja dobrih kemijskih svojstva, s dobrim okusom i stabilnošću (Grattan, i sur. 2006.). Značajno povećanje uroda masline postiglo se navodnjavanjem obrocima sa 70 – 75 % ET_c . Prilično je širok raspon između obroka navodnjavanja kojima se utječe na povećanje prinosa maslina (70 – 75 % ET_c) i kojima se postiže optimalna kakvoća maslinovog ulja (33 - 40 % ET_c). Kod programiranja navodnjavanja masline obrok navodnjavanja ovisiti će o većem broju različitih čimbenika, uzimajući u obzir konačni cilj proizvodnje – povećanje prinosa i/ili kakvoće maslinovog ulja (www.haifa-group.com , 2014.).

Osim određivanja optimalnog obroka navodnjavanja, važan je izbor sustava navodnjavanja, ali i kakvoća vode za navodnjavanje nasada maslina. Provedena su brojna istraživanja o primjeni lokaliziranih sustava navodnjavanja u maslinicima (Peterlunger i sur., 2002; Ojeda i sur., 2002; Pellegrino i sur., 2005.). Navodnjavanjem maslina lokaliziranim sustavom (kapanje) u različitim agroekološkim uvjetima postižu se veći prinosi i randmani maslinovog ulja (30- 50 %), ušteda vode (30 - 45 %) te kvalitetnije karakteristike ulja u odnosu na metode navodnjavanja kišenjem ili površinskim navodnjavanjem (www.haifa-group.com , 2014.).

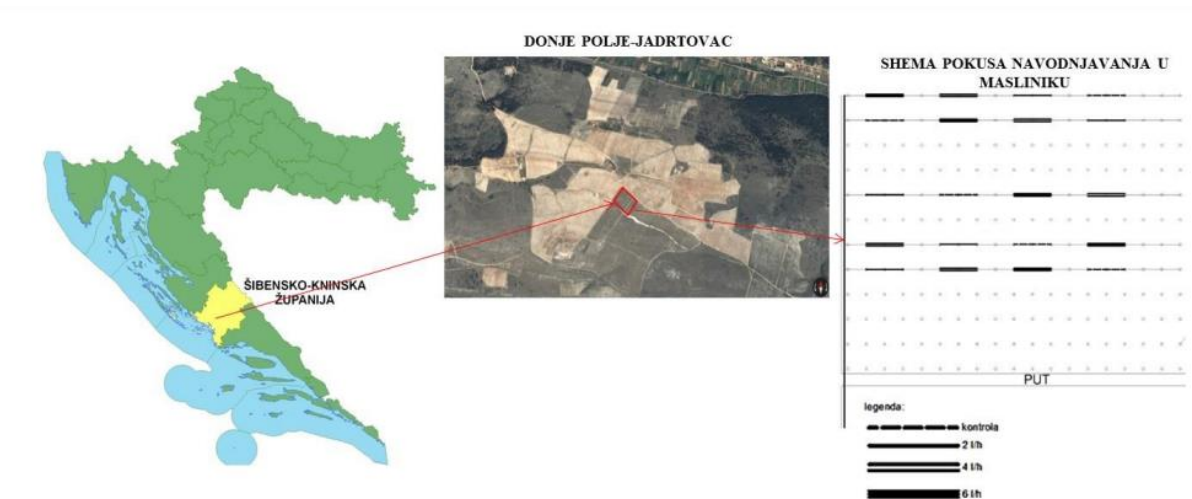
Dobrim izborom sustava navodnjavanja može se značajno utjecati na bolje iskorištavanje vode te ujedno i smanjenje negativnih posljedica u slučaju primjene vode loše kakvoće. Kako bi određivanje potrebe vode za navodnjavanje bilo što preciznije važna je integracija različitih mjerenja koja se provode u masliniku u realnom vremenu s matematičkim modeliranjem i geografskim informacijskim sustavom (Ortega-Farias i sur. 2010.).

Klimatski podatci koji se kontinuirano prikupljaju s automatskih meteoroloških stanica postavljenih u maslinicima ili neposrednoj blizini najčešće se integriraju s podacima o vodnom potencijalu biljke (lista) i podacima o vlažnosti tla (Ortega-Farias i sur. 2010.).

4. Materijali i metode

4.1. Područje istraživanja

Istraživanja u ovom diplomskom radu temeljila su se na istraživanjima i meteorološkim mjerenjima provedenim tijekom tri uzastopne vegetacijske sezone (2015.-2018.) u nasadu maslina u Donjem polju (slika 4.1.1.) u neposrednoj blizini – Jadrtovca (jugoistočno od grada Šibenika, južno od Donjeg polja te istočno od Morinjskog zaljeva na kotama između 30 i 150 m.n.m) u Šibensko-kninskoj županiji. Trogodišnji pokus navodnjavanja preveden je u sklopu projekta „Pilot projekt navodnjavanja drvenastih kultura (vinove loze i masline) uzgajanih na osvojenim krškim površinama na području Donje polje – Jadrtovac kod Šibenika“ u suradnji Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta i Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša (Split) (Romić i sur., 2015, 2016, Zovko i sur., 2017).



Slika 4.1.1. Položaj i shema pokusne parcele u Donjem polju (kod Jadrtovca) u Šibensko-kninskoj županiji.

Izvor: Romić i sur. 2015.

Prema toplinskim oznakama riječ je o umjereno toploj klimi (Seletković i sur. , 2011.). Srednja godišnja temperatura na temelju 20-godišnjeg niza podataka (1981. - 2000.) na meteorološkoj postaji Šibenik (2 m.n.m., geografska širina 43°44' N, geografska dužina 15°53' E) bila je 15,5 °C. Na temelju niza podataka (1981. - 2000.) o ukupnim mjesečnim i godišnjim količinama oborina meteorološke postaje Šibenik, prosječna godišnja količina oborina je iznosila 725 mm . Oborine su bile raspoređene na način da je u prvih šest mjeseci palo oko 46 % ukupnih oborina (337 mm), a u drugom dijelu godine preostalih 54 %, odnosno 388 mm (Tomić i sur. , 2006.).

Brzina vjetrova također ovisi o polju tlaka zraka. Područja na kojima su te razlike velike na maloj udaljenosti izloženi jakim i olujnim vjetrovima. U protivnom, na području

u kojem prevladava mali gradijent tlaka zraka ti su vjetrovi slabiji. Prema podacima za razdoblje od 1981. – 2000. promatrano područje ima prosječnu brzinu vjetra od 3,3 m/s (Tomić i sur. 2006.).

Trajanje insolacije je u negativnoj korelaciji s naoblakom. Naime, oblaci onemogućuju pritjecanje direktnih sunčanih zraka, pa samim tim smanjuju trajanje insolacije. Prosječna godišnja vrijednost broja sati sijanja sunca za područje Šibenika u razdoblju od 1981. – 2000. je iznosila ukupno 2.716 sata godišnje. Najveći broj sati sijanja sunca u prosjeku je imao mjesec srpanj (358 sati), dok je mjesec s najmanje sati sijanja sunca bio prosinac sa samo 119 sati (Tomić i sur. 2006.).

Tlo u nasadu maslina (slika 4.1.2.) pripada tipu kultiviranog krša, razredu antropogenih terestričkih tala (Husnjak, 2014.). Ekološka dubina profila tla na pokusnoj parceli plića je od 40 cm (slika 4.1.3).



Slika 4.1.2. Snimak nasada maslina u Donjem polju kod Jadrtočca (Šibensko-kninska županija)

Izvor: Romić i sur. 2015.



Slika 4.1.3 Otvorena pedološka jama u nasadu maslina u Donjem polju kod Jadrtočca (Šibensko-kninska županija)

Izvor: Romić i sur. 2015.

4.2. Određivanje potreba vode i rasporeda navodnjavanja maslina uzgajane na melioriranom kršu na području Donjeg polja (Jadrtovac, Šibensko-kninska županija)

4.2.1. Izvor ulaznih meteoroloških podataka korištenih za određivanje potreba vode za navodnjavanje

Za proračun potreba vode za navodnjavanje u ovom radu korišteni su slijedeći ulazni klimatski podatci:

1.) Klimatski podaci prikupljeni na meteorološkoj postaji Šibenik u razdoblju od 1981. – 2017. (**KLIMA 1**). Podaci su ustupljeni za potrebe izrade ovog diplomskog rada od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ). Klimatski podaci sadržavali su:

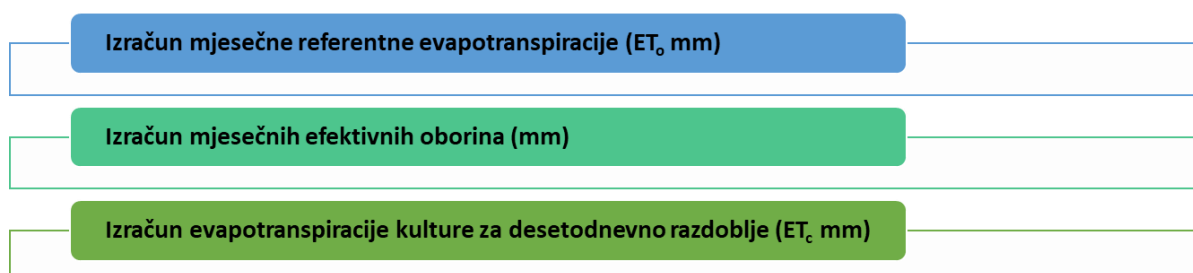
- prosječne dnevne temperature zraka (C°),
- dnevne oborine (mm),
- prosječne dnevne vlage zraka (%),
- prosječne dnevne brzine vjetra (m/s) i
- dnevne insolacije (sati).

2.) Klimatski podaci prikupljeni na automatskoj meteorološkoj postaji (AMP) koja je bila postavljena na samom pokusnom nasadu u Donjem polju kod Jadrtovcu (**KLIMA 2**) za razdoblje od 2015. – 2017. godine. Podaci koji su bili dostupni s AMP:

- prosječne dnevne temperature zraka (C°),
- dnevne oborine (mm),
- prosječne dnevne vlage zraka (%),
- prosječne dnevne brzine vjetra (m/s),
- dnevne insolacije (sati) i
- dnevne referentne evapotranspiracije (l/m²)

4.2.2. Primjena modela CROPWAT za određivanje vode i rasporeda navodnjavanja maslina uzgajane na melioriranom kršu na području Donjeg polja (Jadrtovac, Šibensko-kninska županija)

Ukupne potrebe masline za vodom izračunate su u programu Cropwat 8.0. slijedeći postavljeni hodogram modela (Slika 4.2.2.1.).



Slika 4.2.2.1 Hodogram koraka modela Cropwat za određivanje vode i rasporeda navodnjavanja maslina

- izračun referentne evapotranspiracije ET_{oc} prema Penman-Monteith metodi za meteorološku postaju Šibenik za vremensko razdoblje od 1981.- 2017. godine na temelju meteoroloških podataka kao što su: prosječna mjesečna temperatura zraka ($^{\circ}C$), prosječna mjesečna relativna vlaga zraka (%), prosječno dnevno zračenje sunca (h) i prosječna dnevna jačina vjetra (m/s);
- izračun **efektivnih oborina** (mm) prema metodi USDA koja se koristi se za izračun učinkovitih oborina
- **izračun evapotranspiracije kulture (ET_c)** primjenom koeficijenta kulture (k_c) - izračun potreba masline za vodom pri čemu su korištene vrijednosti k_c od 0.65 (za početak vegetacijskog razdoblja); 0,70 (za središnje vegetacijsko razdoblje) te 0.50 (za završno vegetacijsko razdoblje) za maslinu. Koeficijenti su odabrani prema FAO (2012.) za uzgoj masline u mediteranskim ekosustavima. Dubina zakorjenjavanja ograničena je na 1 m zbog vrlo plitke ekološke dubine tla kultiviranog krša. Napravljen je model potrebe za vodom u prosječnoj klimatološkoj godini. U modelu je je korišten tip tla sa vrlo velikim udjelom čestica kamena koji odgovara uvjetima tla kultiviranog krša.

Radi usporedbe utjecaja različitih ulaznih klimatskih podataka (točka 4.2.1.) na određivanje potreba vode za navodnjavanje maslina na melioriranom kršu na području Donjeg polja (Jadrtovac, Šibensko-kninska županija) provedeni su proračuni potreba vode za navodnjavanjem (ET_{oc}) u programu CROPWAT (Tablica 4.2.2.2.).

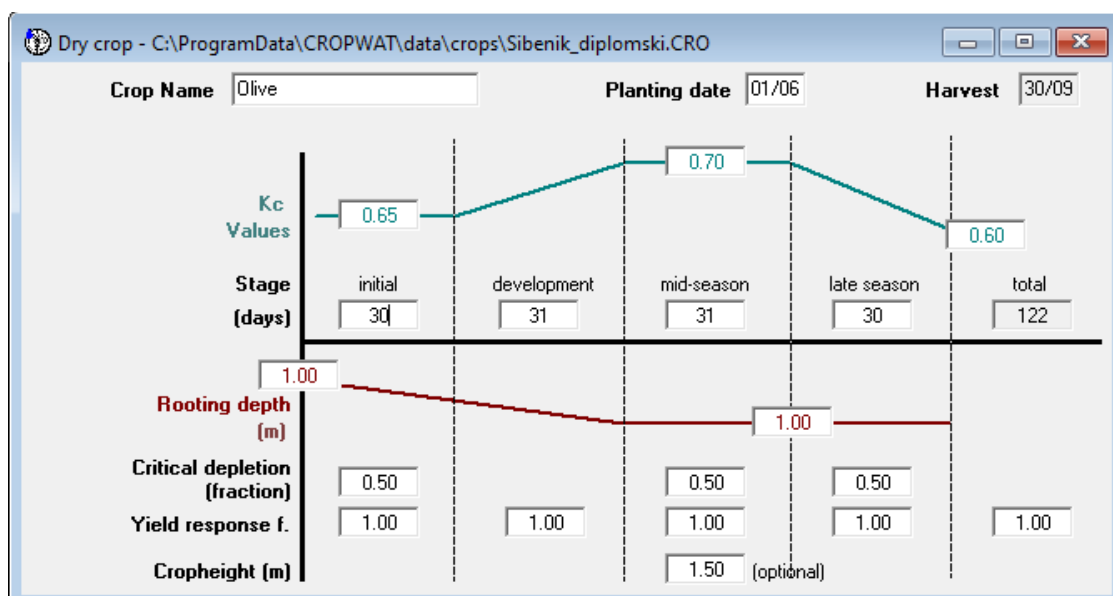
Tablica 4.2.2.2. Lista izračunatih potreba vode za navodnjavanje maslina primjenom različitih ulaznih klimatskih podataka

| MODEL | Ulazni klimatski podaci | Izvor podataka | Razdoblje | Potrebe vode |
|------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------------|
| CROPWAT 1 | KLIMA 1 | DHMZ | 1981-2017. | ET_{oc} ET_c |
| CROPWAT 2 | KLIMA 1 | DHMZ | Siječanj-prosinac 2015. | $ET_{oc 2015}$ $ET_c 2015$ |
| | KLIMA 2 | AMP | Siječanj-prosinac 2015. | $ET_{o 2015}$ |
| CROPWAT 3 | KLIMA 1 | DHMZ | Siječanj-prosinac 2016. | $ET_{oc 2016}$ $ET_c 2016$ |
| | KLIMA 2 | AMP | Siječanj-prosinac 2016 | $ET_{o 2016}$ |

| | | | | |
|-----------|---------|------|----------------------------|-----------------------------------|
| CROPWAT 4 | KLIMA 1 | DHMZ | Siječanj-prosinac 2017. | $ET_{oc\ 2017}$ $ET_{c\ 2017}$ |
| | KLIMA 2 | AMP | Siječanj-prosinac 2017. | $ET_{o\ 2017}$ |

4.3. Određivanje karakteristika masline za izračun potreba vode

Za određivanje potreba masline za vodom u modelu „Cropwat“ za vrijednosti koeficijenta kulture određene su vrijednosti od 0.65 (za početak vegetacijskog razdoblja); 0,70 (za središnje vegetacijsko razdoblje) te 0.50 (za završno vegetacijsko razdoblje). Korištena je dubina zakorijenjavanja od 1 m. Ostali ulazni podatci korišteni u ovom modelu su kritično opadanje vode, utjecaji na prinos te visina prinosa.



Slika 4.3.1. Izlazni rezultat CROPWAT modela za podatke o usjevu za meteorološku postaju Šibenik za razdoblje 1981.-2017.

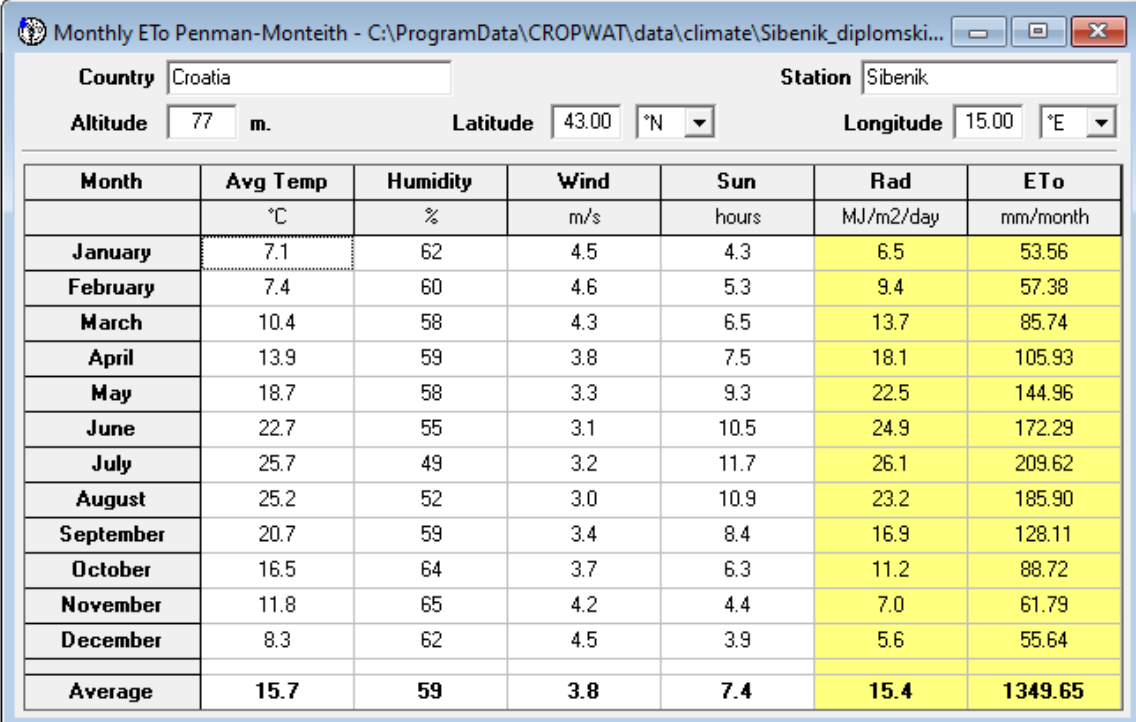
4.4. Procjena utjecaja navodnjavanja na rast i razvoj masline

Temeljem podataka iz Pilot projekta navodnjavanja drvenastih kultura uzgajanih na osvojenim krškim površinama na pokusnom polju u Jadrtovcu (Romić i sur., 2016.) u razdoblju od 2015.-2017. godine provedena su istraživanja različitih varijanti navodnjavanja u obrocima od 50, 75 i 100% ET na: bujnost masline, visinu debla, visinu stabla, promjer krošnje, prosječnu masu ploda te prinos maslinovog ulja.

5. Rezultati

5.1. Proračun referentne evapotranspiracije (ET_{oc}) prema modelu Penman- Monteith za meteorološke stanicu Šibenik

Temeljem dobivenih rezultata uočeno je da prosječna godišnja referentna evapotranspiracija (ET_{oc}) za klimatološku stanicu Šibenik iznosi 1349,65 mm. Najviša prosječna mjesečna referentna evapotranspiracija (ET_{oc}) modelom CROPWAT utvrđena je u mjesecu srpnju, a iznosi 209,62 mm (Slika 5.1.1.), a najniža u siječnju (53.56 mm)



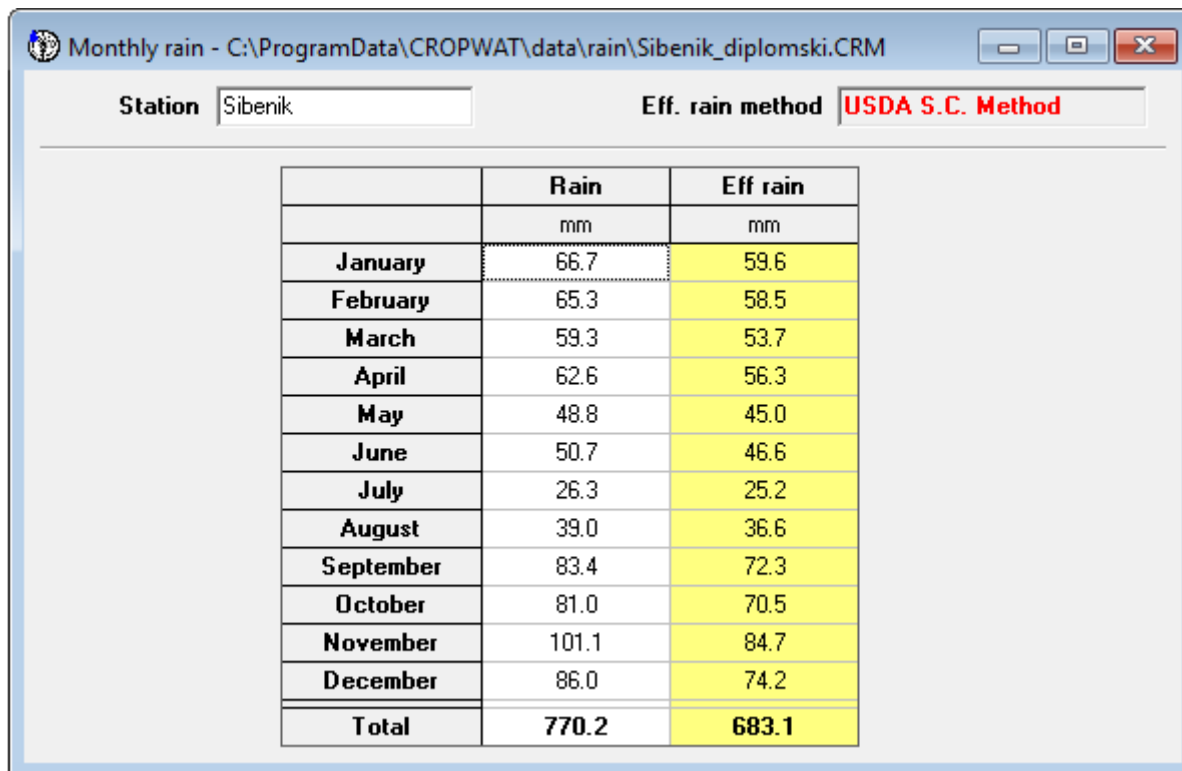
The screenshot shows the 'Monthly ETo Penman-Monteith' window in the CROPWAT software. The interface includes input fields for Country (Croatia), Station (Šibenik), Altitude (77 m), Latitude (43.00 °N), and Longitude (15.00 °E). Below these fields is a table with the following data:

| Month | Avg Temp °C | Humidity % | Wind m/s | Sun hours | Rad MJ/m ² /day | ETo mm/month |
|----------------|----------------|---------------|-------------|--------------|-------------------------------|-----------------|
| January | 7.1 | 62 | 4.5 | 4.3 | 6.5 | 53.56 |
| February | 7.4 | 60 | 4.6 | 5.3 | 9.4 | 57.38 |
| March | 10.4 | 58 | 4.3 | 6.5 | 13.7 | 85.74 |
| April | 13.9 | 59 | 3.8 | 7.5 | 18.1 | 105.93 |
| May | 18.7 | 58 | 3.3 | 9.3 | 22.5 | 144.96 |
| June | 22.7 | 55 | 3.1 | 10.5 | 24.9 | 172.29 |
| July | 25.7 | 49 | 3.2 | 11.7 | 26.1 | 209.62 |
| August | 25.2 | 52 | 3.0 | 10.9 | 23.2 | 185.90 |
| September | 20.7 | 59 | 3.4 | 8.4 | 16.9 | 128.11 |
| October | 16.5 | 64 | 3.7 | 6.3 | 11.2 | 88.72 |
| November | 11.8 | 65 | 4.2 | 4.4 | 7.0 | 61.79 |
| December | 8.3 | 62 | 4.5 | 3.9 | 5.6 | 55.64 |
| Average | 15.7 | 59 | 3.8 | 7.4 | 15.4 | 1349.65 |

Slika 5.1.1. Izlazni rezultat CROPWAT modela za izračun vrijednosti referentne evapotranspiracije i globalno zračenje (MJ/m²/dan) za meteorološku postaju Šibenik za razdoblje 1981.-2017.

5.1.2. Proračun efektivnih oborina za meteorološku stanicu Šibenik

Primijenjenim USDA modelom (Slika 5.1.2.1.) iz prosječnih mjesečnih visina oborina (1981-2020) za meteorološku postaju Šibenik izračunate su ukupne godišnje efektivne oborine (683,1 mm) koje su za 12,9 % manje u odnosu na prosječne godišnje oborine. Mjesečne vrijednosti efektivnih oborina dobivenih modelom kretale su se u rasponu od 25,2 mm (srpanj) do 84,7 mm (studeni).

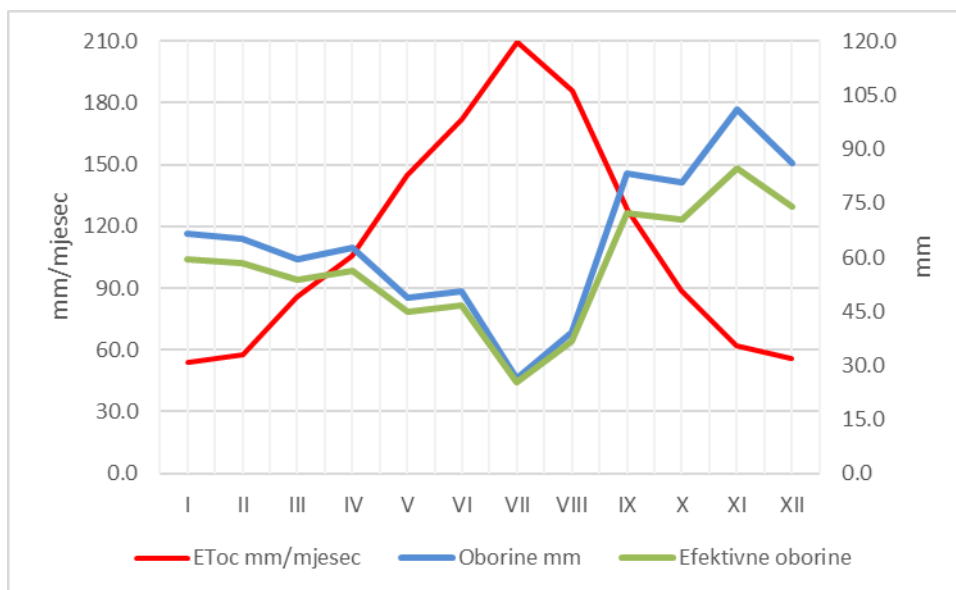


| | Rain | Eff rain |
|------------------|--------------|--------------|
| | mm | mm |
| January | 66.7 | 59.6 |
| February | 65.3 | 58.5 |
| March | 59.3 | 53.7 |
| April | 62.6 | 56.3 |
| May | 48.8 | 45.0 |
| June | 50.7 | 46.6 |
| July | 26.3 | 25.2 |
| August | 39.0 | 36.6 |
| September | 83.4 | 72.3 |
| October | 81.0 | 70.5 |
| November | 101.1 | 84.7 |
| December | 86.0 | 74.2 |
| Total | 770.2 | 683.1 |

Slika 5.1.2.1. Izlazni rezultat CROPWAT modela za izračun efektivnih oborina metodom USDA za meteorološku postaju Šibenik za razdoblje 1981.-2017.

5.1.3. Odnos između referentne evapotranspiracije (ET_{oc}) i efektivnih oborina

Uspoređujući vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET_{oc}), efektivnih oborina i oborina u prosječnim uvjetima uočeno je da su modelirane vrijednosti ET_{oc} više od efektivni oborina i prosječnih oborina. Evapotranspiracijske potrebe masline za vodom bile su znatno veće od oborina u razdoblju od travnja do kolovoza što znači da bi u tom razdoblju bilo potrebno planirati uvođenje mjere navodnjavanja za uspješan i stabilan razvoj masline. (Graf 5.1.3.1.)



Graf 5.1.3.1. Prikaz odnosa evapotranspiracije i oborina u razdoblju od 1981.-2017.

5.1.4. Potrebe vode za navodnjavanje (CROPWAT 1)

Uzimajući u obzir ulazne klimatske podatke (KLIMA 1, tablica 4.2.2.2.) te karakteristike maslina određeni su nedostaci vode (potreba za navodnjavanjem, Irr. req.) tijekom vegetacijske sezone (1. lipanj do 30. rujna) koja iznosi 235,3 mm. Najveća potreba za navodnjavanjem utvrđena je u drugoj dekadi srpnja (35 mm). Gubitci vode evapotranspiracijom za maslinu (ET_c) tijekom vegetacijske sezone (1. lipanj do 30. rujna) iznose 405,1 mm, a najviši mjesečni gubitci od 41,9 mm utvrđeni su također u drugoj dekadi srpnja. Efektivne oborine za razdoblje 1. lipanj do 30. rujna bile su 180,7 mm, dok su najveće vrijednosti zabilježene u drugoj dekadi rujna te iznosi 25,8 mm.

S obzirom na provedene izračune prethodno opisanim modelima posljednje dvije dekade rujna nema potrebe za navodnjavanjem zbog toga što su efektivne oborine više od izračunate evapotranspiracije.

Stvarne mjesečne potrebe za navodnjavanjem masline prikazane su na slici 5.1.5.1.

Crop Water Requirements

ETo station: Sibenik Crop: Olive

Rain station: Sibenik Planting date: 01/06

| Month | Decade | Stage | Kc | ETc | ETc | Eff rain | Irr. Req. |
|-------|--------|-------|-------|--------|--------------|--------------|--------------|
| | | | coeff | mm/day | mm/dec | mm/dec | mm/dec |
| Jun | 1 | Init | 0.65 | 3.50 | 35.0 | 16.1 | 19.0 |
| Jun | 2 | Init | 0.65 | 3.73 | 37.3 | 16.6 | 20.8 |
| Jun | 3 | Init | 0.65 | 3.95 | 39.5 | 13.9 | 25.7 |
| Jul | 1 | Deve | 0.63 | 4.15 | 41.5 | 9.8 | 31.7 |
| Jul | 2 | Deve | 0.60 | 4.19 | 41.9 | 6.9 | 35.0 |
| Jul | 3 | Deve | 0.57 | 3.78 | 41.6 | 8.7 | 32.9 |
| Aug | 1 | Mid | 0.55 | 3.50 | 35.0 | 10.2 | 24.8 |
| Aug | 2 | Mid | 0.55 | 3.38 | 33.8 | 11.1 | 22.7 |
| Aug | 3 | Mid | 0.55 | 3.04 | 33.4 | 15.4 | 18.0 |
| Sep | 1 | Late | 0.54 | 2.61 | 26.1 | 21.3 | 4.8 |
| Sep | 2 | Late | 0.51 | 2.17 | 21.7 | 25.8 | 0.0 |
| Sep | 3 | Late | 0.48 | 1.82 | 18.2 | 25.1 | 0.0 |
| | | | | | 405.1 | 180.7 | 235.3 |

Slika 5.1.4.1. Modelom izračunate dekadne potrebe vode za navodnjavanje masline u prosječnim klimatskim uvjetima

5.1.5. Raspored navodnjavanja

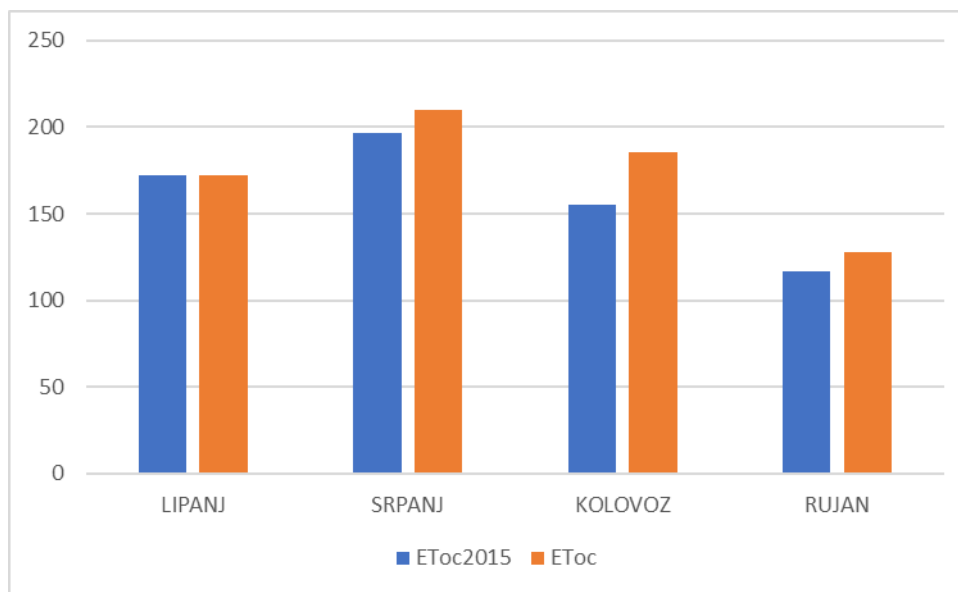
Uzimajući u obzir ulazne klimatske podatke (KLIMA 1) te karakteristike maslina utvrđen je raspored navodnjavanja tijekom vegetacijske sezone (1. lipanj do 30. rujna). Neto norma navodnjavanja predstavlja vrijednost ukupne vode koja nedostaje i koju treba biljci dodati. Najvišu vrijednost ima u razvojnoj fazi vegetacije te iznosi 77,7 mm. Najmanja vrijednost očitava se u središnjoj fazi te iznosi 70,4 mm. Bruto norma navodnjavanja predstavlja količinu vode koja se gubi u dovodu do polja te najveću vrijednost dostiže u razvojnoj fazi vegetacije s iznosom od 86,4 mm. Najmanja vrijednost bruto navodnjavanja dostiže se također u središnjoj fazi sa iznosom od 78,2 mm.

Tablica 5.1.5.1. Modelom izračunat raspored navodnjavanja masline u prosječnim klimatskim uvjetima

| Datum | Faze | Oborine | Koef. napona vode | Trošenje | Neto norma navodnjavanja | Manjak | Gubitak | Bruto norma navodnjavanja |
|--------|-----------|---------|-------------------|----------|--------------------------|--------|---------|---------------------------|
| | | mm | frakcija | % | mm | mm | mm | mm |
| 1-lip | početna | 0.0 | 0.60 | 72 | 72.1 | 0.0 | 0.0 | 80.1 |
| 10-srp | razvojna | 0.0 | 0.49 | 78 | 77.7 | 0.0 | 0.0 | 86.4 |
| 7-kol | središnja | 0.0 | 0.64 | 70 | 70.4 | 0.0 | 0.0 | 78.2 |
| 30-ruj | završna | 0.0 | 1.00 | 51 | / | / | / | / |

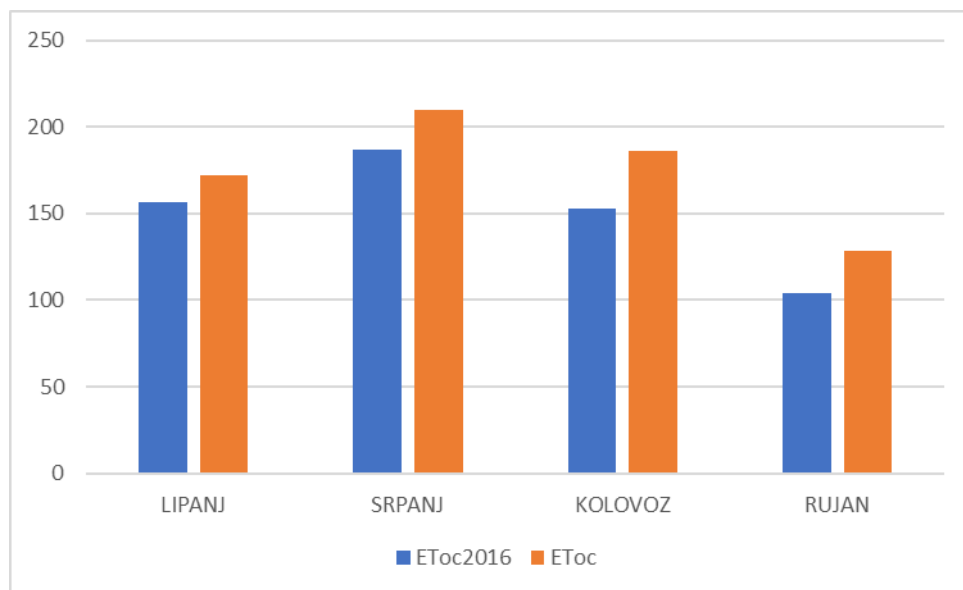
5.2. Potrebe vode za navodnjavanje nasada maslina: CROPWAT modeli i AMP izračun

Uzimajući u izračun ulazne klimatske podatke (KLIMA 1, Tablica 4.2.2.2.) modelom CROPWAT dobivena je referentna evapotranspiracija (ET_{oc}) koja je uspoređivana sa referentnom evapotranspiracijom (ET_{oc2015} , ET_{oc2016} , ET_{oc2017}) s AMP za razdoblje tijekom vegetacijske sezone (1. lipanj do 30. rujna). Rezultati su prikazani u sljedećim grafovima (5.2.1., 5.2.2., 5.2.3.).



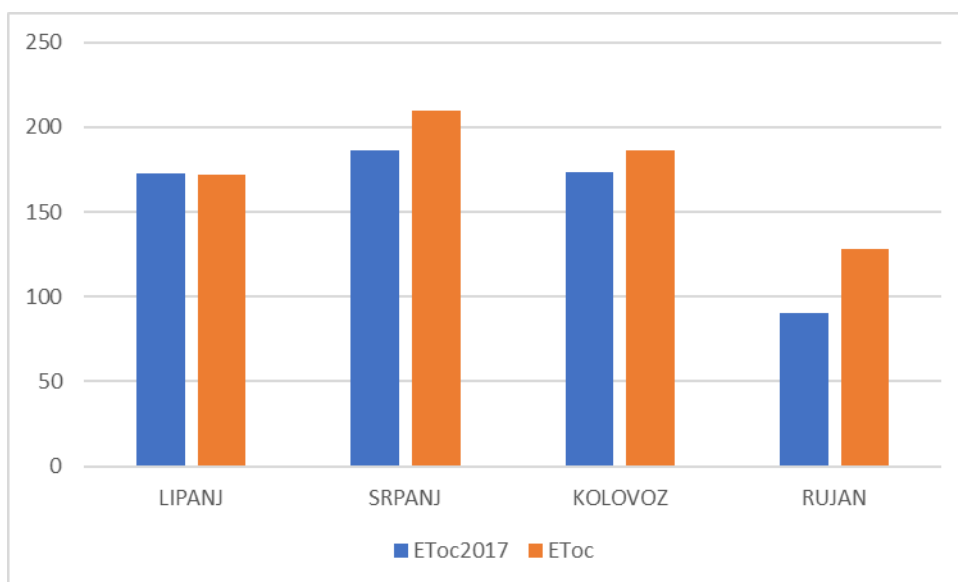
Graf 5.2.1. Odnos izmjerene ET_{oc2015} na AMP i prosječne izračunate evapotranspiracije ET_{oc} na meteorološkoj stanici Šibenik za 2015. godinu

U grafu 5.2.1. vidljivo je da je izračunata evapotranspiracija s meteorološke postaje u mjesecu srpnju, kolovozu i rujnu veća od evapotranspiracije s AMP. Između navedenih evapotranspiracija u mjesecu lipnju nije bilo odstupanja. Izračunata evapotranspiracija (ET_{oc}) i referentna evapotranspiracija (ET_{oc2015}) podudaraju se u najvišim i najnižim vrijednostima, odnosno najviše vrijednosti dobivene su u srpnju dok su najniže zabilježene u rujnu.



Graf 5.2.2. Odnos izmjerene ET_{oc2016} na automatskoj meteorološkoj stanici i prosječne izračunate evapotranspiracije (ET_{oc}) na meteorološkoj stanici Šibenik za 2016. godinu

Graf 5.2.2. prikazuje kako su najviše vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET_{oc2016}) dobivene na automatskoj stanici i izračunate evapotranspiracije (ET_{oc}) temeljem višegodišnjih podataka su u mjesecu srpnju, a najniže u rujnu. Također, vidljivo da je u svim mjesecima izračunata evapotranspiracija (ET_{oc}) veća od ET_{oc2016} .



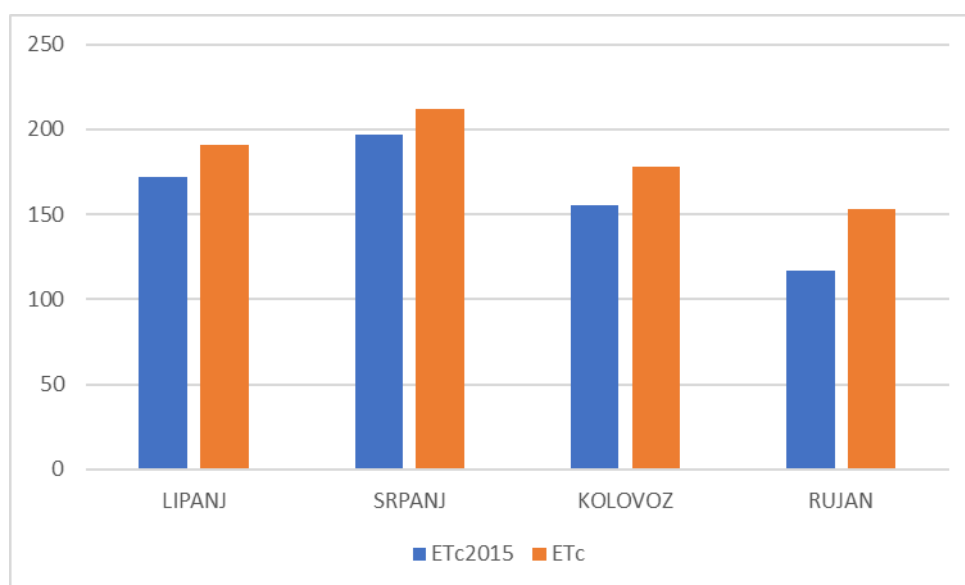
Graf 5.2.3. Odnos izmjerene ET_{oc2017} na automatskoj meteorološkoj stanici i prosječne izračunate evapotranspiracije (ET_{oc}) na meteorološkoj stanici Šibenik za 2017. godinu

Međusobnom usporedbom vrijednosti evapotranspiracija u grafu 5.2.3. može se vidjeti da je izračunata evapotranspiracija (ET_{oc}) s meteorološke postaje u mjesecu srpnju, kolovozu i rujnu veća od evapotranspiracije sa automatske postaje (ET_{oc2017}), dok su vrijednosti u mjesecu lipnju jednake. Najviše vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET_{oc2017}) i izračunate evapotranspiracije (ET_{oc}) zabilježene su u mjesecu srpnju, a najniže vrijednosti zabilježene su u mjesecu rujnu.

5.3. Odnos izmjerene evapotranspiracije kulture - masline na AMP i meteorološkoj stanici Šibenik pomoću Penman-Monteithove formule na za razdoblje 2015. – 2017.

Za planirano razdoblje navodnjavanja (1. lipanj do 30. rujna) prikupljeni su podatci sa automatske meteorološke postaje (AMP). Dobivena evapotranspiracija kulture – masline sa automatske meteorološke postaje uspoređivana je s evapotranspiracijom kulture - masline (ET_c) s meteorološke stanice Šibenik dobivene u programu „Cropwat“ za razdoblje od 2015. - 2017.

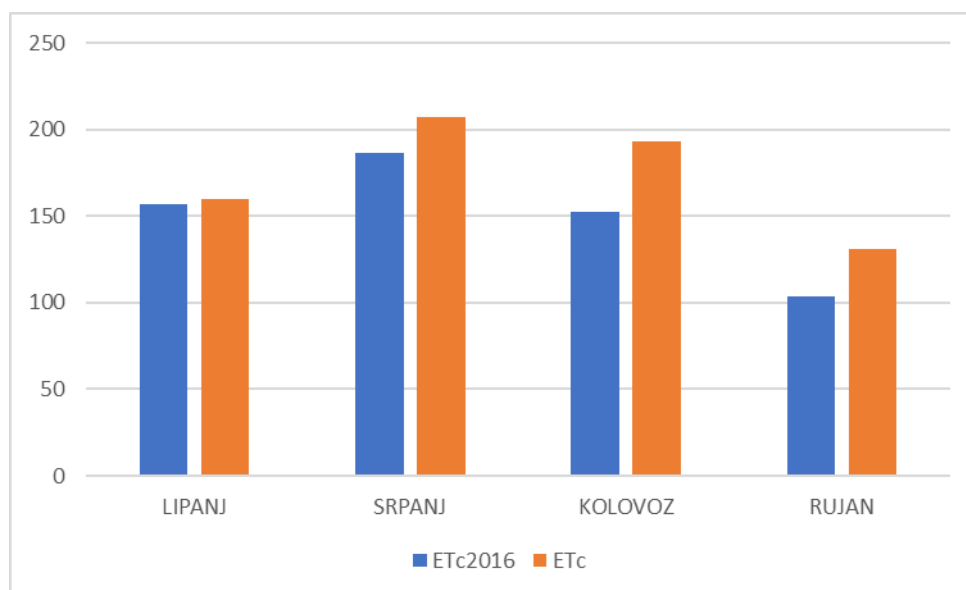
Rezultati su prikazan grafički u sljedećim grafovima (5.3.1., 5.3.2., 5.3.3.).



Graf 5.3.1. Odnos izmjerene ET_{c2015} na automatskoj meteorološkoj stanici i izračunate evapotranspiracije kulture – masline (ET_c) pomoću Penman-Monteithove formule na meteorološkoj stanici Šibenik za 2015. godinu

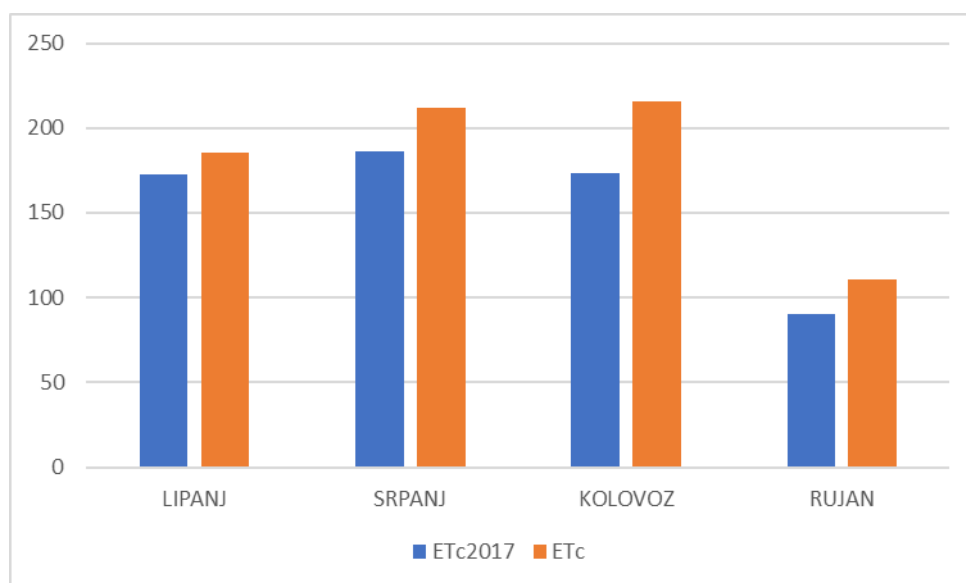
Vrijednosti evapotranspiracije kulture - masline dobivene CROPWAT modelom tijekom svih mjeseci više su od evapotranspiracija kulture - masline sa AMP. Evapotranspiracija kulture - masline dobivena CROPWAT modelom (ET_c) i evapotranspiracije (ET_{c2015}) podudaraju se u najvišim i najnižim vrijednostima, odnosno najviše vrijednosti dobivene su u srpnju dok su najniže zabilježene u rujnu.

Razlike u vrijednostima ET dobivene modelom i s AMP najviše su bile izražene u kolovozu (graf 5.3.2).



Graf 5.3.2. Odnos izmjerene ET_{c2016} na automatskoj meteorološkoj stanici i izračunate evapotranspiracije kulture – masline (ET_c) pomoću Penman-Monteithove formule na meteorološkoj stanici Šibenik za 2016. godinu

Temeljem grafa 5.3.2. najviše vrijednosti evapotranspiracije (ET_{c2016}) dobivene na automatskoj stanici i izračunate evapotranspiracije kulture - masline (ET_c) dobivene su u mjesecu srpnju, a najniže u rujnu. Također, vidljivo da je u svim mjesecima izračunata evapotranspiracija kulture - masline (ET_c) veća.

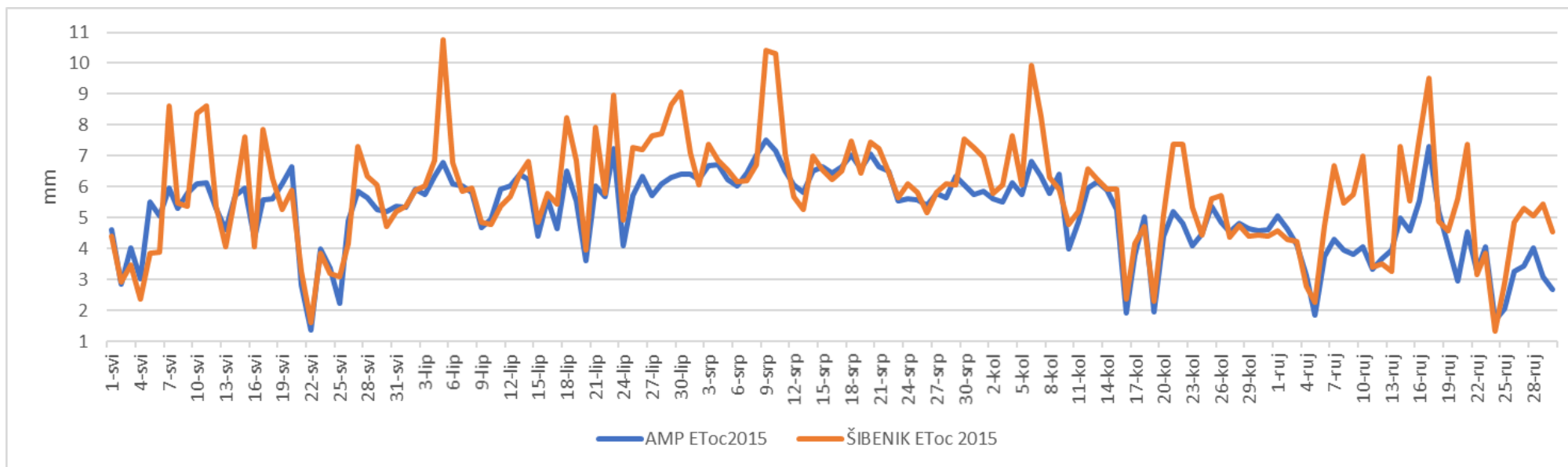


Graf 5.3.3. Odnos izmjerene ET_{c2017} na automatskoj meteorološkoj stanici i izračunate evapotranspiracije kulture – masline (ET_c) pomoću Penman-Monteithove formule na meteorološkoj stanici Šibenik za 2017. godinu

Usporedbom vrijednosti evapotranspiracija u grafu 5.3.3. može se vidjeti da je izračunata evapotranspiracija kulture - masline (ET_c) sa meteorološke postaje u svim mjesecima veća od evapotranspiracije sa automatske postaje (ET_{c2017}). Najviše vrijednosti evapotranspiracije (ET_{c2017}) zabilježene su u srpnju dok su najviše vrijednosti izračunate evapotranspiracije kulture – masline (ET_c) zabilježene u kolovozu. Najniže vrijednosti zabilježene su u mjesecu rujnu.

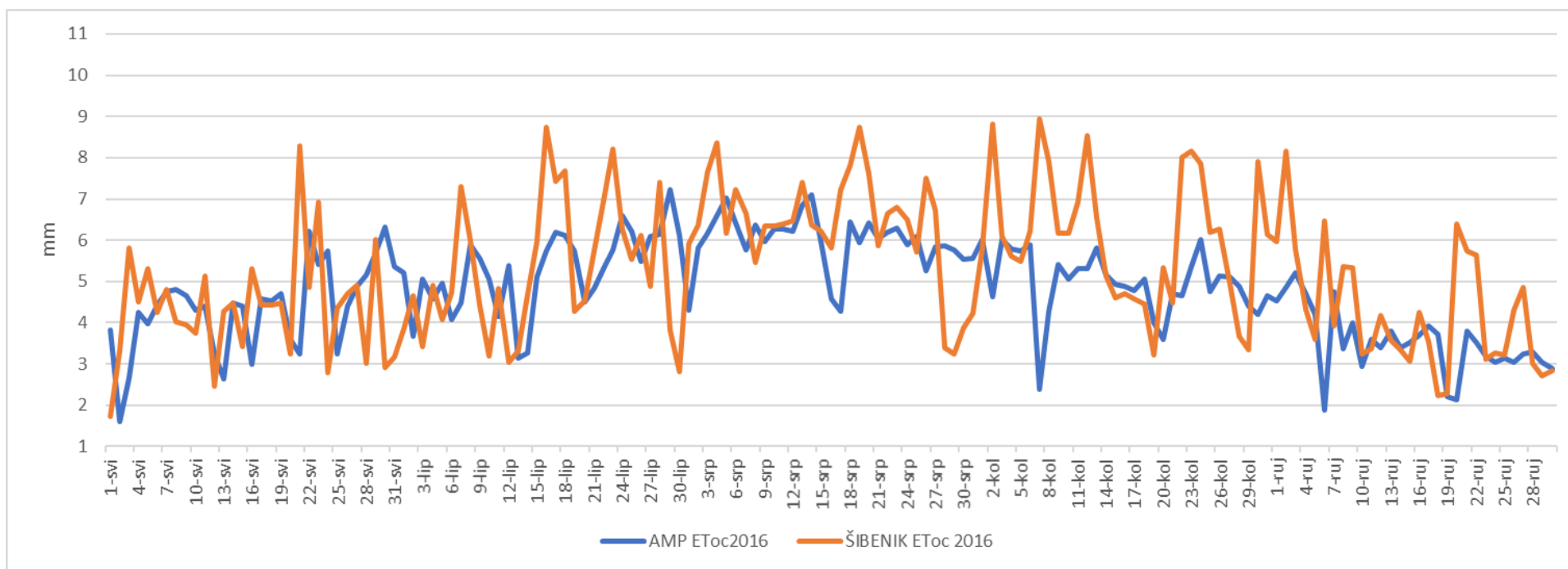
5.3. Razlike u dnevnom hodu između referentne evapotranspiracije CROPWAT modela i AMP izračuna

Međusobnom usporedbom vrijednosti evapotranspiracija (grafu 5.3.1.) može se vidjeti da je skoro tijekom cijelog promatranog razdoblja za 2015. godinu referentna evapotranspiracija s meteorološke stanice Šibenik (ET_{oc}) veća od one sa automatske meteorološke postaje (ET_{oc2015}). Najveća oscilacija između evapotranspiracija zabilježena je početkom lipnja što potvrđuje tvrdnju da je u tom razdoblju potrebno navodnjavati jer su gubitci vode veći od oborina. Krajem kolovoza te početkom rujna zabilježena je veća ET_{oc2015} od ET_{oc} što ujedno i predstavlja prestanak navodnjavanja masline. Suma referentne evapotranspiracije na automatskoj meteorološkoj postaji (ET_{oc2015}) iznosi 791,11 mm, dok je suma referentne evapotranspiracije s meteorološke stanice Šibenik (ET_{oc}) veća i iznosi 885,62 mm.



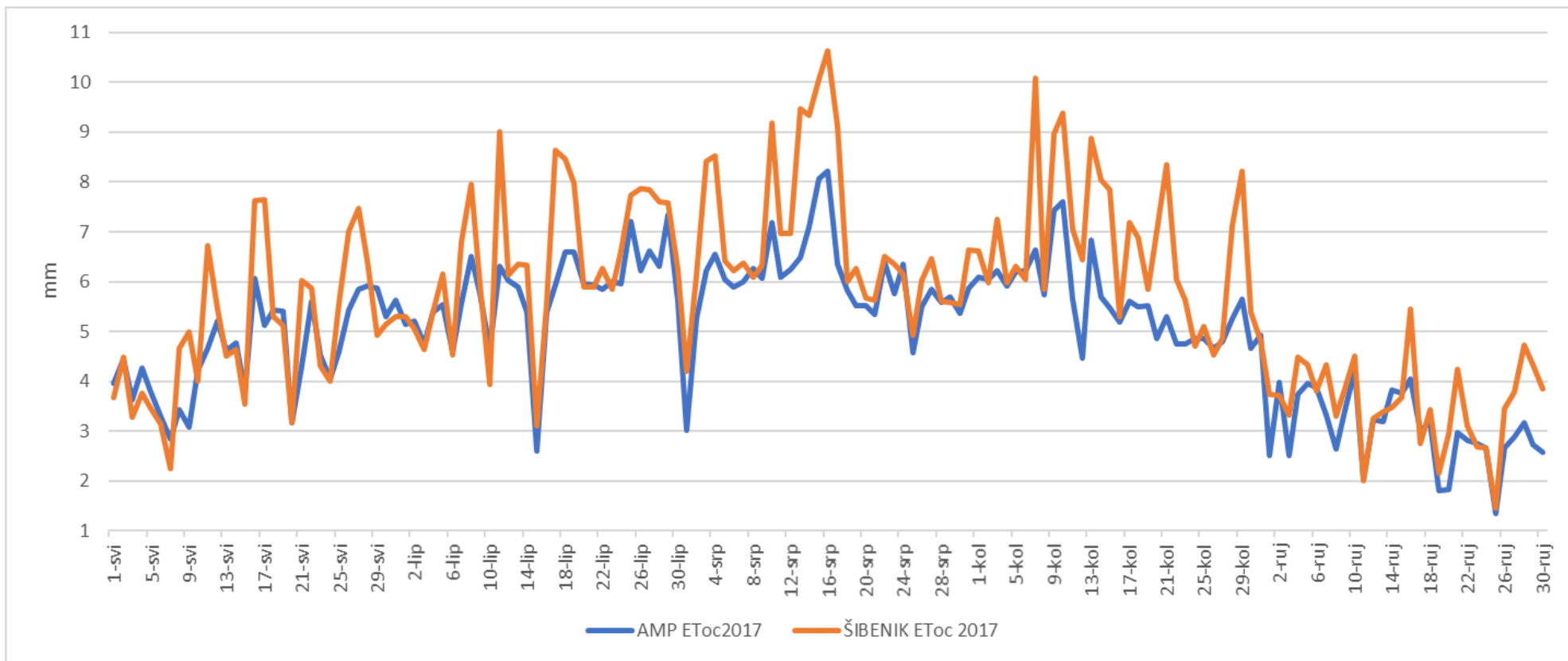
5.3.1. Dnevni hod evapotranspiracija sa meteorološke postaje Šibenik (ET_{oc}) i AMP (ET_{oc2015}) za 2015. godinu

U grafu 5.3.2. prikazan je dnevni hod razlika u evapotranspiraciji sa meteorološke postaje Šibenik (ET_{oc}) i automatske meteorološke postaje (ET_{oc2016}) za 2016. godinu gdje je uočeno da nema velikih oscilacija među istima. Najveća oscilacija zabilježena je početkom kolovoza. Najveća evapotranspiracija na meteorološkoj postaji Šibenik (ET_{oc}) uočava se početkom kolovoza, dok se najmanja uočava krajem lipnja. Na automatskoj meteorološkoj postaji (ET_{oc2016}) najveća evapotranspiracija uočena je krajem lipnja, a najmanja početkom kolovoza. Suma referentne evapotranspiracije sa meteorološke postaje Šibenik (ET_{oc}) za 2016. godinu iznosi 806,02 mm, dok ona sa automatske meteorološke postaje (ET_{oc2016}) iznosi 735,88 mm.



5.3.2. Dnevni hod evapotranspiracija sa meteorološke postaje Šibenik (ET_{oc}) i automatske meteorološke postaje (ET_{oc}2016) za 2016. godinu

Za graf 5.3.3. primjetno je također da nema većih oscilacija usporedbom evapotranspiracija za 2017. godinu. Najveća oscilacija koja se izdvaja primjetna je u prvoj polovici srpnja. Najveća referentna evapotranspiracija sa meteorološke stanice Šibenik (ET_{oc}) zabilježena je sredinom srpnja, dok je najmanja zabilježena krajem rujna što ujedno predstavlja prestanak navodnjavanja maslina. Najveća referentna evapotranspiracija sa automatske meteorološke postaje (ET_{oc2016}) zabilježena je također sredinom srpnja, a najmanja krajem rujna. Suma referentne evapotranspiracije sa meteorološke postaje Šibenik (ET_{oc}) za 2016. godinu iznosi 873,79 mm, dok ona sa automatske meteorološke postaje (ET_{oc2017}) iznosi 765,26 mm.



5.3.3. Dnevni hod evapotranspiracija sa meteorološke postaje Šibenik (ET_{oc}) i automatske meteorološke postaje (ET_{oc2017}) za 2017. godinu

6. Rasprava

U mnogim dijelovima mediteranskog krša površine su se izravno mijenjale kako bi se poboljšao njihov poljoprivredni potencijal (Zovko i sur., 2017). U posljednja dva desetljeća, više od 5.000 ha krških kamenih terasa i strmih padina meliorirane su drobljenjem kamena kako bi se stvorila veća i ravnija područja za uzgoj te dobile površine pogodne za poljoprivrednu proizvodnju i to uglavnom za uzgoj vinove loze i masline (Romić i sur., 2015). Podignuti su trajni nasadi na padinama izloženim suncu i zaštićenim od jakih vjetrova koja imaju korist od mediteranske klime s toplim do vrućim i suhim ljetima te čestim vjetrovima.

Prosječna godišnja količina oborina u promatranom razdoblju na tom području bila je u rasponu od 500 mm do 1200 mm. Uzimajući u obzir samo količine oborina može se doći do zaključka da su one dostatne za dobar rast i razvoj maslina. Treba naglasiti da nisu važne samo oborine već i tlo, koje tu ima slabi odnosno nikakav kapacitet zadržavanja vlage/vode, te ograničena mogućnost prodora/rasta korijena u dublje slojeve tla u potrazi za vodom. Količina oborina prilično je neravnomjerno raspoređena tijekom godine dok je najsuše razdoblje zamijećeno od lipnja do rujna. Za to razdoblje predviđeno je navodnjavanje.

Potrebe biljke za navodnjavanjem temeljem višegodišnjih klimatskih podataka iznosi 235,3 mm za razdoblje navodnjavanja (1.lipanj – 30.rujan). Što se tiče rasporeda navodnjavanja najveće vrijednosti neto i bruto norme navodnjavanja dobivene su u razvojnoj fazi vegetacije. Od ostalih klimatskih obilježja bitno je spomenuti brzinu vjetra i insolaciju. Utjecaj vjetra u poljoprivrednoj proizvodnji je višestruk. Obzirom da vjetar predstavlja vrtložno i turbulentno strujanje zraka, njegovim djelovanjem se izmjenjuje temperatura, ugljikov dioksid i vodena para u atmosferi, te ubrzava prijenos polena, spora i sjemena. Slabiji do umjereni vjetrovi će povoljno djelovati na fotosintezu jer će ubrzati dotok ugljikovog dioksida do biljaka, dok jači vjetrovi mogu nepovoljno djelovati u smislu povećane evapotranspiracije.

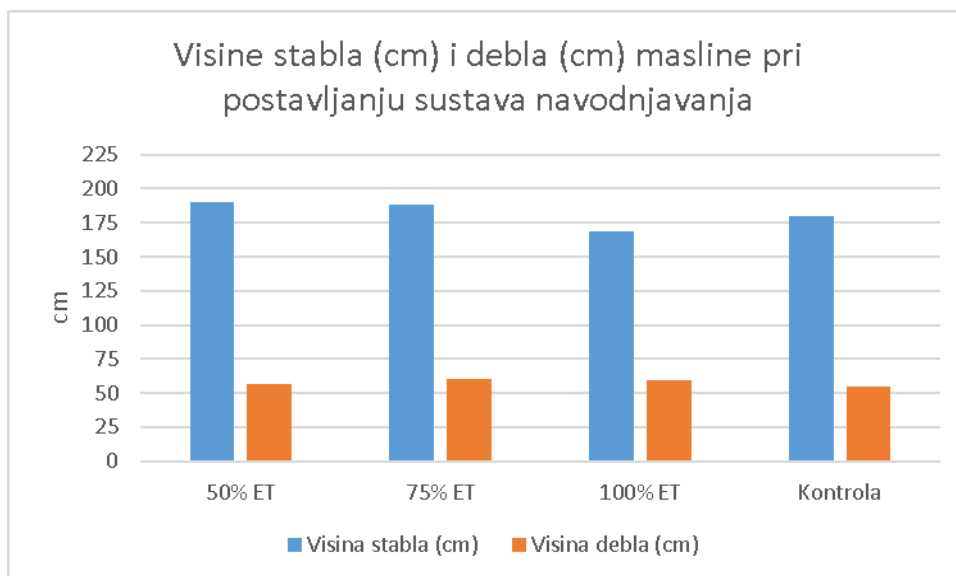
Odnos referentne evapotranspiracije sa automatske meteorološke postaje i izračunate evapotranspiracije u programu „Cropwat“ za višegodišnje klimatske podatke u razdoblju od 1981. – 2017. godine podudaraju se u najvišim i najnižim vrijednostima koje su bile u srpnju odnosno rujnu. Usporedbom rezultata dobivenih s meteorološke stanice Šibenik i automatske meteorološke postaje za razdoblje od 2015. – 2017. godine uočeno je da je tijekom svih mjeseci izračunata evapotranspiracija veća od evapotranspiracije sa automatske postaje. Isto tako, uspoređivane evapotranspiracije podudaraju se u najvišim i najnižim vrijednostima.

Međusobnom usporedbom vrijednosti evapotranspiracija uzimajući u obzir dnevni hod može se vidjeti da je gotovo tijekom cijelog promatranog razdoblja za 2015. – 2017. godinu referentna evapotranspiracija sa meteorološke stanice Šibenik (ET_{oc}) veća od one s automatske meteorološke postaje ($ET_{oc2015-2017}$). Najveće oscilacije

između evapotranspiracija kretale su se od početka lipnja do kraja kolovoza, što potvrđuje tvrdnju da je u tom razdoblju potrebno navodnjavati jer su gubitci vode veći od oborina.

Kao što je već spomenuto, vrlo je važno određivanje obroka navodnjavanja, ukupne norme navodnjavanja te randman ulja (Grattan i sur., 2006.). Pastor i suradnici (1999.) su uočili pozitivne učinke navodnjavanja na prinos maslina te nije bilo razlika u prinosu maslina između tretmana navodnjavanih s 150 mm i 320 mm tijekom jedne vegetacije.

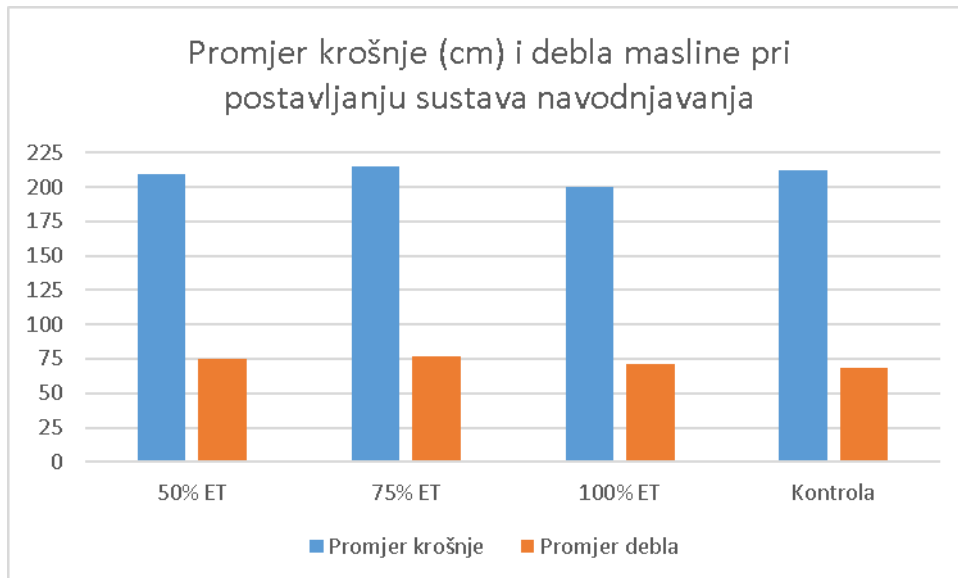
U istraživanju koje se provelo 2015. godine u Jadrtovcu na stablima masline analizirao se prinos, odnosno broj plodova, masa ploda te prosječna masa ploda. Navodnjavanje 2015. godine bilo je kratko jer su istraživanja kasno počela. Po varijantama su se vrijednosti utvrđenih morfoloških mjerenja u nasadu masline po visini stabla kretale u navodnjavanim varijantama u rasponu od 229 cm do čak 22 cm. Na kontrolnim deblima visina stabla masline kretala se od 227 cm do 150 cm, dok je najmanja vrijednost utvrđena na najvećoj navodnjavanoj varijanti. Vrijednosti visine debla masline kretale su se u rasponu od 92 cm do 15 cm. Na kontrolnim deblima visina debla masline kretala se od 73 cm do 28 cm, dok je najmanja vrijednost utvrđena na srednje navodnjavanoj varijanti.



Graf 6.1. Prosječne vrijednosti morfoloških mjerenja visine stabla i debla masline u 2015. godini

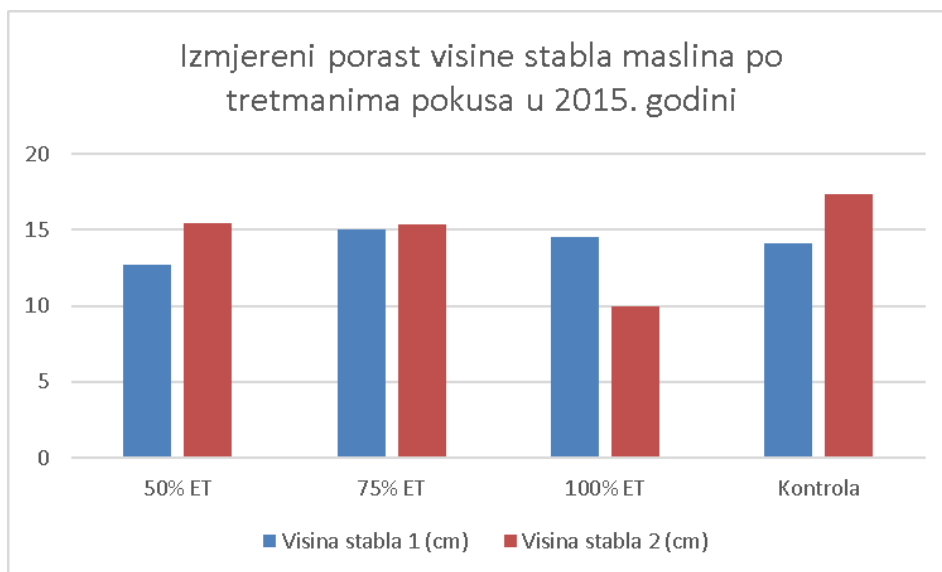
Za graf 6.1. su korištene prosječne vrijednosti morfoloških mjerenja visine stabla i debla. Zbog velike varijabilnosti visina stabala i debla unutar stabala masline, malo je vjerojatno da nema razlika između varijanata. Ipak, prema tim prosječnim vrijednostima utvrđeno je da je najveća vrijednost visine stabla izmjerena u najmanje navodnjavanoj varijanti. Što se tiče visine debla najveća vrijednost izmjerena je u srednje navodnjavanoj varijanti, a najniža vrijednosti izmjerena je u najvećoj navodnjavanoj varijanti, dok je kod visine debla ona izmjerena u kontrolnoj varijanti.

Vrijednosti promjera krošnje masline kretale su se u rasponu od 255 cm do 111 cm. Na kontrolnim deblima promjer krošnje masline kretao se od 255 cm do 140,50 cm, dok je najmanja vrijednost izmjerena na najvećoj navodnjavanoj varijanti. Nadalje, vrijednosti promjera debla masline kretale su se u rasponu od 92,50 cm do 25,14 cm. Na kontrolnim deblima promjer debla kretao se od 87,76 cm do 25,14 cm, dok je najmanja vrijednost izmjerena na najvećoj navodnjavanoj varijanti i iznosila je 28,88 cm.



Graf 6.2. Promjer krošnje i debla masline pri postavljanju sustava navodnjavanja u 2015. godini

Kod prosječnih vrijednosti morfoloških mjerenja promjera krošnje i debla utvrđeno je da je najveća vrijednost promjera krošnje izmjerena u srednjoj navodnjavanoj varijanti baš kao i kod promjera debla. Što se tiče najnižih vrijednosti kod promjera krošnje ona je izmjerena u najvećoj navodnjavanoj varijanti, dok je kod promjera debla ona izmjerena u kontrolnoj varijanti.

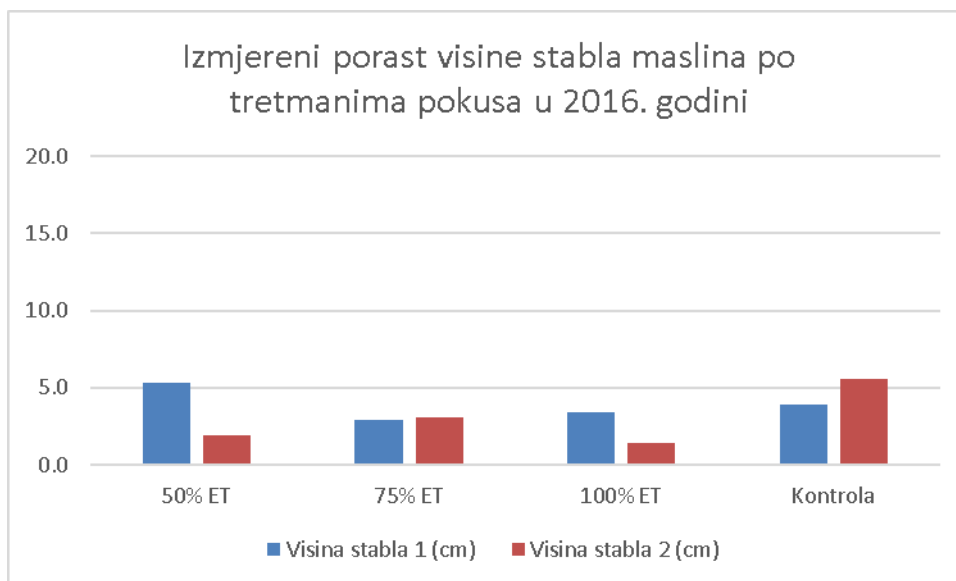


Graf 6.3. Izmjereni porast visine stable maslina po tretmanima pokusa u 2015. godini

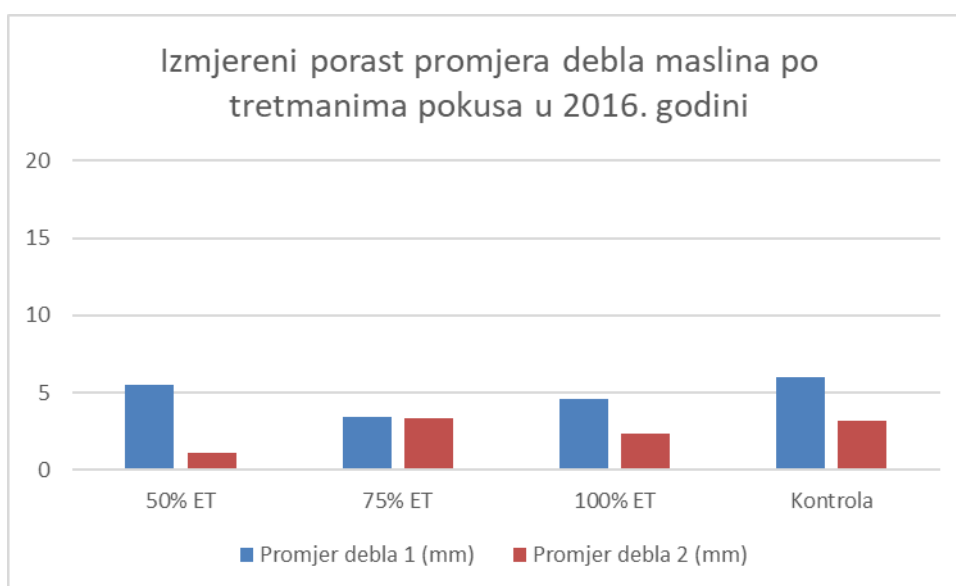
Iz prikazanih rezultata za 2015. godinu (Graf 6.3.) , vidljiv je blagi porast stabla i krošnje. Također, nisu zabilježena veća odstupanja u uniformnosti istraživanih stabala što je rezultat konstantnih oborina tijekom 2014. godine, a samim time, nije bilo potrebe za navodnjavanjem po tretmanima. S obzirom na velike razlike između odabranih stabala najveći porast izmjeren je na kontrolnoj varijanti kod prvog stabla, dok je najmanji porast izmjeren u najvećoj navodnjavanoj varijanti kod drugog stabla.

Berba plodova koja je obavljena u 2015. godini dala je rezultate u kojima je bilo evidentno da je nasad oskudijevao plodovima. Razlog tome zasigurno je nedovoljna starost stabala i izražena alternativna rodnost sorte. Berba je obavljena zbirno po tretmanima te je prosječna masa ploda izračunata nasumičnim odabirom plodova u tri ponavljanja.

Mjerenje bujnosti stabala masline uključuje mjerenja promjera debla na 30 cm visine od tla, visinu i promjer krošnje.



Graf 6.4. Izmjereni porast visine stabla maslina po tretmanima pokusa u 2016. godini



Graf 6.5. Izmjereni porast promjera debla maslina po tretmanima pokusa u 2016. godini

Statističkom obradom podataka te grafičkim prikazom rezultata (Graf 6.4. i graf 6.5.) nisu utvrđene značajne razlike po tretmanima za niti jedno od navedenih parametara rasta i razvoja stabla. Dobiveni rezultati nisu neočekivani s obzirom na starost stabala, potrebu stabla za vremenskom prilagodbom sustavu za navodnjavanje i slabim opterećenjem stabala urodom. Moguće je isto tako da korištene tehnike pri mjerenju promjera debla i krošnje nisu dovoljno precizne da bi se u jednogodišnjem promatranju jasno pokazale potencijalne razlike u vegetativnom rastu masline kod primjena različitih razina navodnjavanja.

Premda su primjetni trendovi povećanja ukupne i prosječne mase ploda obzirom na navodnjavanje, ali nisu nađene statistički specifične razlike utjecaja navodnjavanja na broj plodova, ukupnu i prosječnu masu ploda te stupanj zrelosti plodova maslina. Postotna vrijednost prinosa ulja kretala se od 14 % do 17 %. Parametar prinosa ulja na svim se varijantama pokazao dobar do vrlo dobar te je najbolji prinos ulja bio onaj navodnjavan tretmanom od 100 % ET.

Prinos ulja (%) se znatno razlikovao u ovisnosti o tretmanima navodnjavanja. Varijante navodnjavane do 50% ET i 100% ET imali su statistički znatno više prinose u odnosu na kontrolnu varijantu.

Važno je istaknuti da razlike u prosječnoj masi ploda nisu bile proporcionalne. Najveća razlika zapažena je između kontrolnog tretmana i tretmana 50% ET. Prinos ulja ovisi o karakteristikama ploda masline. Ovisi o udjelu suhe tvari, vode, ulja i drugih koloidnih tvari. Rezultati prikazuju kako se prinos ulja (%) znatno razlikovao u ovisnosti o tretmanima navodnjavanja. Varijante navodnjavane do 50% ET i 100% ET imali su statistički znatno više prinose u odnosu na kontrolnu varijantu.

7. Zaključak

Na osnovu rezultata dobivenih provedenim istraživanjem možemo zaključiti:

- Prosječna godišnja referentna evapotranspiracija (ET_o) za klimatološku stanicu Šibenik iznosi 1349,65 mm/mjesec, a najveća prosječna mjesečna referentna evapotranspiracija (ET_o) izračunata je za srpanj i iznosi 209,62 mm/mjesec
- Evapotranspiracijske potrebe biljke za vodom bile su znatno veće od oborina u razdoblju od travnja do kolovoza što znači da bi u tom razdoblju bilo potrebno planirati uvođenje mjere navodnjavanja za uspješan i stabilan razvoj masline. To predstavlja opravdanost uvođenja mjere navodnjavanja.
- Nedostatak vode kod uzgoja maslina uočava se u prosječnim uvjetima tijekom vegetacijske sezone te iznosi 235,3 mm za razdoblje navodnjavanja, dok se bez obzira na klimatske uvjete najveći mjesečni nedostaci javljaju u srpnju i iznose 35 mm po dekadi.
- Prikupljeni su podatci s automatske meteorološke postaje. Uz pomoć tih podataka dobivena je referentna evapotranspiracija s automatske meteorološke postaje koja je uspoređivana s referentnom evapotranspiracijom s meteorološke stanice Šibenik dobivene u programu „Cropwat“. Na meteorološkoj stanici dobiveni su veći podatci to može biti rezultat stvarnih mjerenja, povećanog vjetra i drugih parametara koji si tome rezultirali. U budućnosti, na takvim maslinicima korisno je imati stvarne vrijednosti a ne koristiti podatke s obližnje meteorološke postaje udaljene 30 - 40 km jer oni mogu značajno odstupati.
- Potrebno je postaviti automatsku meteorološku postaju na uzgojnu površinu, a ne uzimati podatke sa najbliže meteorološke postaje kako bi mogli upravljati potrebama vode. Međusobnom usporedbom vrijednosti evapotranspiracija uzimajući u obzir dnevni hod može se vidjeti da je skoro tijekom cijelog promatranog razdoblja za 2015. – 2017. godinu referentna evapotranspiracija sa meteorološke stanice Šibenik (ET_{oc}) veća od one sa automatske meteorološke postaje ($ET_{oc2015-2017}$). Najveće oscilacije između evapotranspiracija kretale su se od početka lipnja do kraja kolovoza što potvrđuje tvrdnju da je u tom razdoblju potrebno navodnjavati jer su gubitci vode veći od oborina.
- Izračunata evapotranspiracija s meteorološke postaje u mjesecu srpnju, kolovozu i rujnu veća je od evapotranspiracije s automatske postaje. Između navedenih evapotranspiracija u mjesecu lipnju nije bilo korelacije. Izračunata evapotranspiracija (Cropwat- ET_o) i referentne evapotranspiracije (ET_o) podudaraju se u najvišim i najnižim vrijednostima, odnosno najviše vrijednosti dobivene su u srpnju dok su najniže zabilježene u rujnu.
- Premda su primjetni trendovi povećanja ukupne i prosječne mase ploda obzirom na navodnjavanje, nisu nađene statistički specifične razlike utjecaja navodnjavanja na broj plodova, ukupnu i prosječnu masu ploda te stupanj zrelosti plodova maslina.

- Oborine i potrebe biljke za vodom izračunate kroz evapotranspiraciju su varijabilni pokazatelji čije se značajke mogu mijenjati iz godine u godinu zato bi bio dobro da preporuke koje će se davati za poljoprivredne proizvođače da se odnose na one pokuse koji traju duži niz godina.
- Dugoročnije pokuse, posebno kod drvenastih kultura, bi trebalo planirati s obzirom na klimatske promjene i sve nepoznanice koje nam one donose.

8. Literatura

1. Bakić, H. (2014). Stabiliziranje organskog ugljika i retencija metala organomineralnim kompleksiranjem u tlima krških polja. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
2. Barbarić, M., Raič, A., Karačić, A., (2014). Održivo korištenje vodnih resursa u Imotsko- Bekijskom polju (IM- BE Field). [online] 9-35, < www.grude.info/index.php >. Pristupljeno 23. lipnja 2019.
3. Bogunović, M., Bensa, A., Husnjak, S., Miloš, B. (2010). Pogodnost tala Dalmacije za uzgoj maslina; Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, Vol. 71 No. 5-6, 367-404
4. Cano- Lamadrid, M., Giron, I. F., Pleite, R., Burlo, F., Corell, M., Moriana, A., Carbonell-Barrachina, A. A. (2015). Quality attributes of table olives as affected by regulated deficit irrigation. LWT- Food Sci. Technol. 62 (1), 19-26
5. FAO. 2011. FAOSTAT online database, <http://faostat.fao.org/> Pristupljeno 20. rujna 2019.
6. Fereres, E. and Soriano, M.A. (2007) Deficit Irrigation for Reducing Agricultural Water Use. Journal of Experimental Botany, 58, 147-159
7. Gašparec, Skočić, Lj., Milat, V. (2011). Maslina i maslinovo ulje - Božji dar u Hrvata. Mavi d.o.o., Zagreb
8. Grattan, S. R., Berenguer, M. J., Connell, J. H., Polito, V. S., Vossen, P. M. (2006). Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. Agricultural water management. [online] 85, 133-140, . Pristupljeno 23. svibnja 2019.
9. Gucci, R., Fereres, E., Goldhamer, D.A., 2012. Olive. In: Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Raes, D. (Eds.), Crop Yield Response to Water, Irrigation and Drainage Paper (Book), 2nd edition. FAO, Rome, pp. 300–313 n 66, ISBN 978-92-5-107274-5
10. Gucci, R., Lodolini, E., Rapoport, H. F. (2007). Productivity of olive trees with different water status and crop load. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 82, 648- 656
11. Gucci, R., Lodolini, E.M. & Rapoport, H.F. 2007. Productivity of olive trees with different water status and crop load. Journal Horticultural Science Biotechnology, 82(4): 648-656
12. Gugić, J., Strikić, F., Klepo, T. (2012.) Stanje hrvatskog maslinarstva, Glasilo biljne zaštite, Vol.12/Br. 4, 271-276
13. Haifa Chemicals Ltd. (2014). – Olives crop guide, < <http://www.haifa-group.com> >. Pristupljeno 25. lipnja 2019.
14. <https://ec.europa.eu/eurostat/home?> , olive, Pristupljeno 25. lipnja 2019.
15. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-FK-17-001> , Pristupljeno 25. lipnja 2019.
16. https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf , Pristupljeno 23. svibnja 2019.
17. https://www.haifa-group.com/files/Guides/Olive_Booklet.pdf , Pristupljeno 29. svibnja 2019.

18. <https://www.plantea.com.hr/maslina/> , Pristupljeno 23. svibnja 2019.
19. Husnjak S. (2014). Sistematika tala Hrvatske, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
20. Izvješće o stanju u prostoru RH 2008.- 2012.
21. José E. Fernández , Antonio Diaz-Espejo , Rafael Romero , Virginia Hernandez-Santana , José M. García , Carmen M. Padilla-Díaz , María V. Cuevas, Precision Irrigation in Olive (*Olea europaea* L.) Tree Orchards, 2018, Pages 179-217
22. Kantoci, D. (2006). Maslina. Glasnik zaštite bilja 6, 4-14
23. Luigi Ponti, Andrew Paul Gutierrezb, Bruno Basso, Markus Neteler , Paolo Michele Ruti , Alessandro Dell'Aquila , Massimo Iannetta, Olive agroecosystems in the Mediterranean Basin: multitrophic analysis of climate effects with process-based representation of soil water balance, *Procedia Environmental Sciences* 19 (2013) 122 – 131
24. Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., Deloire, A. (2002). Influence of preand postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* 53, 261- 267
25. Ortega- Farias, S., Poblete- Echeverría, C., Brisson, N. (2010). Parameterization of a two- layer model for estimating vineyard evapotranspiration using meteorological measurements. *Agric. Forest Meteorol.* 150, 276- 286. doi: 10.1016/j.agrformet.2009.11.012
26. Ožanić, S. (1955). Poljoprivreda Dalmacije u prošlosti. Izdanje društva agronoma NRH podružnica Split, Split
27. Pellegrino, A., Lebon, E., Simonneau, T., Wery, J. (2005). Towards a simple indicator of water stress in grapevine (*Vitis vinifera* L.) based on the differential sensitivities of vegetative growth components. *Aust. J. Grape Wine Res.* 11, 306-315
28. Perica, M. (2006). Masline- Klima, podizanje novih nasada. Glasnik zaštite bilja , Vol. 29, No. 6, 26-29
29. Perica, S., Zadro, B. (2007). Maslina i maslinovo ulje. Naklada Zadro, Split, 37-47
30. Peterlunger, E., Sivilotti, P., Bonetto, C., Paladin, M. (2002). Water stress induces changes in polyphenol concentration in Merlot grapes and wines. *Riv. Vitic. Enol.* 1, 51-66
31. Ponti, L., Gutierrez, A. P., Basso, B., Neteler, M., Ruti, P. M., Dell' Aquila, A., Iannetta, M. (2013). Olive agroecosystems in the Mediterranean Basin: multitrophic analysis of climate effects with process- based representation of soil water balance; Elsevier (*Procedia Environmental Sciences* 19, 122- 131)
32. Razvojna strategija Šibensko-kninske županije 2011. – 2013.
33. Romić D., Marušić J. (2006). Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljorivrednim zemljištem i vodama i Republici Hrvatskoj, (NAPNAV) Građevni godišnjak 05/2006), str. 17-124

34. Romić, D., Husnjak S., Mesić M., Salajpal K., Barić K., Poljak M., Romić M., Konjačić M., Vnučec I., Bakić H., Bubalo M., Zovko M., Matijević L., Lončarić Z., Kušan V., Brkić Ž., Larva O. (2014.). Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj, SAGRA. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
35. Romić, D., Marušić, J., Tomić, F., i više autora (2005): Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarnje poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
36. Romić, D., Njavro, M. (2019.) Korištenje zemljišnih resursa i poljoprivredna proizvodnja u Republici Hrvatskoj, Akademija poljoprivrednih znanosti, Zbornik radova, 21-41
37. Romić, D., Romić, M., Ondrašek, G., Bakić, H., Bubalo, M., Zovko, M., Matijević, L., Husnjak, S., Jungić, D., Rubinić, V., Karloglan Kontić, J., Maletić, E., Preiner, D., Marković, Z., Stupić, D., Andabak, Ž., Čoga, L., Lazarević, B., Perica, S., Strikić, F., Žanetić, M., Klepo, T., Jukić Špika, M. (2015). Pilot projekt navodnjavanja drvenastih kultura (vinove loze i masline) uzgajanih na osvojenim krškim površinama na području Donje polje- Jadrtovac kod Šibenika; Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
38. Sánchez-Rodríguez, L., Corell, M., Hernández, F., Sendra, E., Moriana, A., CarbonellBarrachina, Á.A., 2019b. Effect of Spanish-style processing on the quality attributes of HydroSOStainable green olives. J. Sci. Food Agric. 99, 1804–1811.
39. Seletković, Zvonko; Tikvić, Ivica; Vučetić, Marko; Ugarković, Damir - Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske // Šume hrvatskoga sredozemlja / Matić, Slavko (ur.) Zagreb: Akademija šumarskih znanosti, 2011. str. 142-161
40. Šimunović, V. (2005). Stanje maslinarstva i uljarstva u Republici Hrvatskoj, Pomologia Croatica, 1(1-2), 69-78.
41. Tomić i sur. Plan navodnjavanja za područje Šibensko-kninske županije, 2006.
42. Zovko, M., Žibrat, U., Knapič, M., Bubalo, M., Romić, M., Romić, D. (2017). Hyperspectral imagery as a supporting tool in precision irrigation of karst landscapes // Advances in Animal Biosciences: Precision Agriculture (ECPA) 2017 / Cledwyn, Thomas. Midlothian, Velika Britanija: Cambridge University Press, 578- 582

Popis kratica

| | |
|----------------------|--|
| AMP | automatska meteorološka postaja |
| CROPWAT 1 | model izračuna potreba vode za navodnjavanje maslina primjenom ulaznih klimatskih podataka sa meteorološke stanice Šibenik za razdoblje od 1981. – 2017. |
| CROPWAT 2 | model izračuna potreba vode za navodnjavanje maslina primjenom ulaznih klimatskih podataka sa meteorološke stanice i automatske meteorološke postaje za razdoblje 2015. godine |
| CROPWAT 3 | model izračuna potreba vode za navodnjavanje maslina primjenom ulaznih klimatskih podataka sa meteorološke stanice i automatske meteorološke postaje za razdoblje 2016. godine |
| CROPWAT 4 | model izračuna potreba vode za navodnjavanje maslina primjenom ulaznih klimatskih podataka sa meteorološke stanice i automatske meteorološke postaje za razdoblje 2017. godine |
| ET | evapotranspiracija |
| ET _c | evapotranspiracija kulture - masline |
| ET _{c2015} | evapotranspiracija kulture – masline za godinu 2015. koristeći podatke sa meteorološke stanice Šibenik |
| ET _{c2016} | evapotranspiracija kulture – masline za godinu 2016. koristeći podatke sa meteorološke stanice Šibenik |
| ET _{c2017} | evapotranspiracija kulture – masline za godinu 2017. koristeći podatke sa meteorološke stanice Šibenik |
| ET _o | referentna evapotranspiracija |
| ET _{o2015} | referentna evapotranspiracija za godinu 2015. koristeći podatke sa automatske meteorološke postaje |
| ET _{o2016} | referentna evapotranspiracija za godinu 2016. koristeći podatke sa automatske meteorološke postaje |
| ET _{o2017} | referentna evapotranspiracija za godinu 2017. koristeći podatke sa automatske meteorološke postaje |
| ET _{oc} | referentna evapotranspiracija prema Penman-Monteith metodi za meteorološku stanicu Šibenik za razdoblje od 1981. – 2017. |
| ET _{oc2015} | referentna evapotranspiracija prema Penman-Monteith metodi za meteorološku stanicu Šibenik za godinu 2015. |
| ET _{oc2016} | referentna evapotranspiracija prema Penman-Monteith metodi za meteorološku stanicu Šibenik za godinu 2016. |
| ET _{oc2017} | referentna evapotranspiracija prema Penman-Monteith metodi za meteorološku stanicu Šibenik za godinu 2017. |
| k _c | koeficijent kulture |

| | |
|---------|--|
| KLIMA 1 | ulazni klimatski podatci dobiveni sa meteorološke postaje Šibenik za razdoblje od 1981. – 2017. |
| KLIMA 2 | ulazni klimatski podatci dobiveni sa automatske meteorološke postaje za razdoblje od 2015. – 2017. |

Životopis

Mariola Stegić rođena je 29.05.1995. godine u Zadru. Srednjoškolsko obrazovanje stječe u Šibeniku u Gimnaziji Antuna Vrančića. Godine 2013. upisuje preddiplomski studij Agroekologije na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Akademski naziv sveučilišne prvostupnice inženjerke agroekologije stječe obranom završnog rada na temu *Pregled mutacija mtDNA sa štetnim djelovanjem na fenotip goveda*. Godine 2017. upisuje diplomski studij Poljoprivredne tehnike smjer: Melioracije.