

KALENDAR NAVODNJAVANJA NEKIH VOĆARSKIH KULTURA NA PODRUČJU TUZLANSKOG KANTONA

Sabrija Čadro¹, Osman Musić¹, Selman Edi Kaloper¹, Maida Krdžalić¹, Amila Kušes¹

Orginalni naučni rad – *Orginal scientific paper*

Rezime

Danas se poljoprivredni proizvođači diljem Bosne i Hercegovine skoro svakodnevno susreću sa problemima uzrokovanim klimatskim promjenama. Prijetnje kao što su kasni proljetni mraz, ekstremne temperature ili količine padavina, suša, poplave i grad postaju sve učestaliji i intenzivniji.

Kako bi postigli održivu poljoprivrednu proizvodnju i racionalizirali potrošnju vodnih resursa uz zaštitu okoliša i smanjenje rizika od prirodnih katastrofa, poljoprivredni proizvođači mogu koristiti sisteme podrške u odlučivanju kao što je između ostaloga kalendar navodnjavanja. Korištenjem takvog kalendara uz minimalne zahtjeve za podacima kao i potrebom za sticanjem novih znanja, moguće je smanjiti potrošnju vode i do 30%, a pri tome osigurati stabilne prinose. U ovom istraživanju kreirani su kalendari navodnjavanja nekih voćarskih kultura na području Tuzlanskog kantona uzimajući u obzir različite uslove tla.

Kad su u pitanju agroklimatski uslovi na području Tuzlanskog kantona kritični mjesec, odnosno mjesec najvećih potreba za navodnjavanjem, je juli. Prosječna potreba za vodom analiziranih voćarskih kultura (jabuka, kruška i šljiva) na ovom prostoru iznosi 667 mm godišnje, ili 146 mm u toku kritičnog mjeseca. U normalnim vremenskim uslovima svaki dan je navodnjavanjem potrebno obezbijediti 2,64 l vode po m² površine. Ova vrijednost se duplira ako su trenutni vremenski uslovi suhi ili ekstremno suhi.

Ključne riječi: *alendar navodnjavanja; voćarstvo; Tuzlanski kanton; održivost; potrebe vode*

UVOD

Navodnjavanje je meliorativna mjera kojom se nadoknađuje nedostatak vode u tlu i stvaraju optimalni uslovi za uzgoj kulturnih biljaka, a u cilju postizanja što većeg prinosa (Stojićević, 1996; Tomić, 1988; Žurovec, 2012). Za početke navodnjavanja se vežu područja četiri velike rijeke: sliv Nila (Egipat) oko 6.000 p.n.e.; sliv Tigrisa i Eufrata (Mezopotamija) oko 4.000 p.n.e.; sliv Žute Rijeke (Kina) oko 3.000 p.n.e.; i sliv Inda (Indija) oko 2.500 p.n.e. (Stojićević, 1996; Tadić, 2016).

¹ Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu / Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo

Korespondencija: s.cadro@ppf.unsa.ba

Također, među značajnim narodima koji su primjenjivali različite tehnike navodnjavanja su stari Grci, Rimljani, Azteci i Maje. Na području Bosne i Hercegovine (BiH) na osnovu arheoloških nalazišta proizilazi da je stočarstvo bilo najvažnija grana privrede ilirskih naroda od Hercegovine na jugu, preko Glasinca sve do Ripča i Donje Doline na sjeverozapadu i zapadu BiH (Uzunović-Hasičić, 2018). Rimska privredna politika favorizirala je zemljoradnju pa su na području koje su nastanjivali Iliri poduzimane melioracije, isušivanja i krčenje šuma da bi se napravile nove obradive površine. Nedavno, na području današnjeg Tuzlanskog kantona pronađen je rimski vodovod dužine oko 11 metara, koji kao i pronađeni rimski vodospremnik kod Prozora svjedoče o razvoju vodne infrastrukture u BiH za vrijeme rimske vladavine.

Danas, intenzivna poljoprivredna proizvodnja nije moguća bez primjene navodnjavanja, posebno se to odnosi na voćarsku proizvodnju. Zsigurno, poljoprivredni proizvođači u BiH osjećaju posljedice klimatskih promjena. One se ogledaju u sve učestalijoj pojavi ekstremnih temperatura (Popov *et al.*, 2018) i padavina (Radusin *et al.*, 2016; Žurovec *et al.*, 2017) koje uzrokuju poplave, pojavu klizišta, eroziju i grad, uz sve to značajan porast evapotranspiracije (Čadro *et al.*, 2019a) i deficita vode u tlu (Čadro *et al.*, 2019b) uzrokuje pojavu poljoprivredne suše (Hodžić *et al.*, 2013) i naposljetku povećanja rizika od prirodnih katastrofa.

Analizom vodnog bilansa tla za prostor BiH korištenjem 108 meteoroloških stanica dobiven je podatak da prosječni godišnji deficit vode u tlu iznosi 143 mm, odnosno da je deficit prisutan na cijelom prostoru BiH i da varira u širokom rasponu od 29 mm (Mrkonjić Grad) do 394 mm (Stolac) (Čadro, 2019). Prema tome, iako se radi o humidnom području, u BiH nema lokacije na kojoj se može vršiti poljoprivredna proizvodnja, a da navodnjavanje barem u određenoj mjeri nije potrebno. Kao rezultat takvog stanja rijetko ko se danas odlučuje pokrenuti voćarsku proizvodnju, a da pri tome nije planirano navodnjavanje.

U ukupnoj proizvodnji konkretno voćarskih kultura na području Tuzlanskog kantona dominira proizvodnja šljive koja bilježi stalno povećanje broja rodnih stabala, ali i različite prinose koji iz godine u godinu variraju, što svakako ovisi između ostalog i o klimatskim uslovima (VTK, 2015). Analizom proizvedenih količina, koje bilježi Federalni zavod za statistiku, u periodu od 2016. do 2018. godine uviđa se da je proizvodnja šljive i dalje na prvom mjestu, zatim proizvodnja jabuke i potom kruške. Proizvodnja višnje, kajsije i breskve su u znatnom zaostatku za ovim kulturama (FZS, 2019).

Navodnjavanjem se postiže stabilnija poljoprivredna proizvodnja koja podrazumijeva veće i kvalitetnije prinose. Međutim, bitno je naglasiti da se visoka efikasnost navodnjavanja može očekivati samo uz pravilnu primjenu odgovarajućeg sistema za navodnjavanje i to uz redovno održavanje opreme i prateće infrastrukture (Šimunić, 2013). Zbog nedostatka povezanosti sa stručnim osobljem, i relativno neefikasne savjetodavne službe u Federaciji Bosne i Hercegovine, poljoprivrednici, iako bez iskustva, prilikom zasnivanja novih voćnjaka najčešće su primorani uvoditi navodnjavanje na svoju ruku. Time, često dolazi do odabira i postavljanja sistema za

navodnjavanje koji su neefikasni i neodrživi. Korištenje ovakvih sistema u konačnici dovodi do neracionalne potrošnje vode prilikom navodnjavanja (Čadro *et al.*, 2016). Cilj ovog istraživanja je da se postigne održivost u upravljanju i upotrebi vodnih resursa i smanji rizik od prirodnih katastrofa na području Tuzlanskog kantona, kroz što pravilniju upotrebu odgovarajućih sistema za navodnjavanje kad su u pitanju voćnjaci jabuke, kruške i šljive. Kako bi ovo bilo postignuto razvijen je kalendar navodnjavanja, jednostavan model koji će poljoprivrednim proizvođačima ovog područja poslužiti za određivanje kad i koliko u aktualnim klimatskim uslovima navodnjavati pomenute kulture.

MATERIJAL I METODE RADA

Za kreiranje kalendara navodnjavanja voćarskih kultura jabuke, kruške i šljive na području Tuzlanskog kantona korištena je FAO (*Food and Agriculture Organisation*) metodologija uz primjenu REF-ET v. 4.1 (Allen i Zhenguli, 2016), CROPWAT v. 8.0 (Smith, 1992; Surendran *et al.*, 2017) i RAINBOW v. 2.2 (Raes *et al.*, 1996, 2005; Raes *et al.*, 2006) računarskih modela.

Kao ulazni podaci u okviru proračuna za dobivanje kalendara navodnjavanja potrebni su podaci o: osnovnim parametrima klime i vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET_0) na dnevnom nivou, osobinama tla, biološkim karakteristikama odabranih poljoprivrednih kultura, dužini vegetacionog perioda i načinu navodnjavanja.

U ovom istraživanju područje Tuzlanskog kantona je predstavljeno meteorološkom stanicom (MS) Tuzla, za koju su potrebni klimatski podaci dobiveni od strane Federalnog hidrometeorološkog zavoda Sarajevo, a koji su podrazumijevali: prosječnu (T_{mean}), maksimalnu (T_{max}) i minimalnu (T_{min}) temperaturu zraka u stepenima celzijusa ($^{\circ}C$), prosječnu relativnu vlažnost zraka (RH_{mean}) u postotcima (%), prosječnu brzinu vjetera (u_2) u metrima po sekundi ($m\ s^{-1}$), prosječnu insolaciju (n) u satima (h) i sumu padavina (P) u milimetrima (mm). U svrhu dobivanja što preciznijih rezultata korišteni su klimatski podaci za vremenski period od 30 godina, odnosno klimatološka standardna normala (WMO, 2016) za period 01.01.1981. - 31.12.2010. godine.

Prikupljeni podaci su korišteni za opis klimatskih uslova, proračun kalendara navodnjavanja i dobivanje dnevnih vrijednosti ET_0 korištenjem standardne FAO-PM metode (Allen *et al.*, 1998):

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{mean} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

gdje je:

- ET_0 referentna evapotranspiracija ($mm\ dan^{-1}$),
- R_n ukupno sunčevo zračenje na površini usjeva ($MJ\ m^{-2}\ dan^{-1}$),
- G zemljišni fluks toplote ($MJ\ m^{-2}\ dan^{-1}$),
- T_{mean} srednja temperatura vazduha na 2 m visine ($^{\circ}C$),
- u_2 brzina vjetera na 2 m visine ($m\ s^{-1}$),
- e_s pritisak vodene pare pri zasićenju (kPa),

- e_a aktuelni pritisak vodene pare (kPa),
 $e_s - e_a$ deficit pritiska vodene pare na 2 m visine (kPa),
 Δ pad krive pritiska vodene pare (kPa °C⁻¹) i
 Y psihrometrijska konstanta (kPa °C⁻¹).

Prema preporukama koje daju Allen *et al.* (1998) i Jensen *et al.* (1990) minimum potrebnih podataka za proračun *ET_o* standardnom FAO-PM metodom (Formula 1) čine podaci o srednjoj maksimalnoj (T_{max}) i srednjoj minimalnoj (T_{min}) temperaturi zraka.

U posmatranom periodu od 30 godina (1981. – 2010.) ili 10.958 dana na MS Tuzla za 508 dana nije bilo adekvatnih podataka, odnosno 4,64 % od ukupne vremenske serije.

U slučaju da za određene dane nije bilo podataka (RH_{mean} , u_2 ili n) korištene su procedure za njihovo indirektno određivanje, odnosno proračun *ET_o* je obavljen u uslovima ograničene raspoloživosti klimatskim podacima prema FAO *Irrigation and Drainage Paper. No. 56.* (Allen *et al.*, 1998) preporukama.

Kada nedostaju podaci o vlažnosti zraka, procjena vrijednosti aktuelnog pritiska vodene pare (e_a) je dobivena na osnovu pretpostavke da je temperatura kondenzacije (T_{dew}) slična dnevnoj minimalnoj temperaturi (T_{min}). Odnosno, ako T_{min} predstavlja T_{dew} onda je:

$$e_a = e^0 \cdot (T_{min}) = 0,611 \exp \left[\frac{17,27 \cdot T_{min}}{T_{min} + 237,3} \right] \quad (2)$$

Ako ne postoje podaci o aktuelnom dnevnom trajanju sunčevog sjaja – insolaciji (n), količina sunčevog zračenja (R_s) računata je prema preporukama (Allen *et al.*, 1998) korištenjem Hargreaves (1994) formule:

$$R_s = k_{RS} \cdot \sqrt{(T_{max} - T_{min})} \cdot R_a \quad (3)$$

gdje je:

- R_a sunčevo zračenje koja dopijeva na površinu Zemljine atmo. (MJ m⁻² dan⁻¹),
 k_{RS} koeficijent za korekciju, za Tuzlu 0,13 (°C^{-0,5}),
 T_{max} maksimalna temperatura zraka (°C),
 T_{min} minimalna temperatura zraka (°C).

U okviru formule 3 korištena je vrijednost koeficijenta k_{RS} , koja za područje Tuzlanskog kantona iznosi 0,13 (Čadro *et al.*, 2019a). Ako su nedostajali podaci o brzini vjetra (u_x), korištene su prosječne mjesečne vrijednosti brzine vjetra za period u kojem je ona mjerena.

Uvidom u *Pedološku kartu Bosne i Hercegovine* (1:50.000) utvrđena je tipska pripadnost i teksturni sastav najdominantnih tipova poljoprivrednog tla na području Tuzlanskog kantona.

Korištenjem procedure indirektnog određivanja vodnog kapaciteta tla na osnovu njegovog teksturnog sastava (McBean *et al.*, 1995; Saxton, 1986) odnosno *Soil Water Characteristics* (Saxton i Rawls, 2006) alata u okviru SPAW (Rao i Saxton, 1995) modela razvijenoga od strane američkog odjela za poljoprivredu (USDA), procijenjena je vrijednost ukupno (UPV) i lako pristupačne vode (LPV).

Biološke osobine odabranih voćarskih kultura (jabuka, kruška i šljiva) prikazane su na osnovu krive koeficijenta kulture (Allen *et al.*, 1998; Steduto *et al.*, 2012), odnosno vrijednosti koeficijenata kulture (k_c), dok su podaci o početku, dužini trajanja pojedinih fenoloških faza kao i kompletnog vegetacionog perioda prikupljeni iz sekundarnih izvora podataka (Drkenda *et al.*, 2018; Drkenda *et al.*, 2019) gdje su kao osnov korišteni Fenološki godišnjaci Federalnog Hidrometeorološkog zavoda u Sarajevu (FHMZ, 2010) za period od 1981. do 2010. godine. Potvrda tačnosti prikupljenih podataka dobivena je na osnovu obavljenog intervjua sa osobljem Službe za ekonomski razvoj, poduzetništvo i poljoprivredu grada Tuzle, stručnjacima iz područja voćarstva i voćarskim proizvođačima sa ovog područja.

Vrijednosti količine ET_o i padavina učestalosti 2 (2/10), 4 (4/10), 5 (5/10), 6 (6/10) i 8 (8/10) puta u 10 godina su statistički određene na osnovu dekadnih vrijednosti uz korištenje softverskog modela RAINBOW v. 2.2 (Raes *et al.*, 1996, 2005; Raes *et al.*, 2006).

Dobiveni klimatski, pedološki i biološki podaci korišteni su u okviru FAO CROPWAT v. 8.0 (Smith, 1992) modela za proračun potreba navodnjavanja analiziranih voćarskih kultura, nakon čega su prema FAO metodologiji (Čadro *et al.*, 2017; Čadro *et al.*, 2016; Jabloun i Sahli, 2007; Raes *et al.*, 2000; Raes *et al.*, 2002; Wellens *et al.*, 2017) za date uslove klime, tla, usjeva i načina navodnjavanja kreirani specifični kalendari navodnjavanja (*Irrigation Charts*).

REZULTATI I DISKUSIJA

Klimatski uslovi područja istraživanja

Na području Tuzlanskog kantona uglavnom je prisutna umjereno kontinentalna klima koju karakterišu topla ljeta i hladne zime. Sjeverni dijelovi kantona (Gradačac Gračanica, Doboj-istok) su najtopliji ali imaju najmanje padavina, dok južni dijelovi (Banovići, Živinice, Kladanj) predstavljaju najhladniji dio ovog Kantona ali imaju najveću količinu padavina (Čadro, 2014).

Meteorološka stanica u Tuzli nalazi se u centralnom dijelu Kantona na nadmorskoj visini od 303 m i svojom lokacijom predstavlja prosječne klimatske uslove Tuzlanskog kantona. U tabeli 1. su date prosječne vrijednosti osnovnih klimatskih parametara za mjesečni, vegetacijski i godišnji nivo izračunate korištenjem podataka na dnevnom nivou, preuzetih od Federalnog hidrometeorološkog zavoda Sarajevo.

Tabela 1. Prosječne vrijednosti osnovnih klimatskih parametara na MS Tuzla, period 1981.–2010. godina / *Average values of basic climate characteristics, weather station Tuzla, period 1981 - 2010*

Klim. parame.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Veg.	God
T_{mean} (°C)	-0,1	1,8	6,09	10,85	15,33	18,30	20,32	19,97	15,38	10,96	5,44	1,30	16,69	10,47
T_{max} (°C)	4,6	7,3	12,51	17,60	22,54	25,26	27,73	27,84	23,10	18,32	11,14	5,62	24,01	16,97
T_{min} (°C)	-3,7	-2,6	1,04	5,16	9,32	12,58	14,20	13,83	10,26	6,06	1,58	-1,96	10,89	5,49
RH_{mean} (%)	81,8	77,0	70,32	69,42	72,10	73,99	72,71	73,60	78,26	79,68	80,35	84,03	73,35	76,11
u_2 (m s ⁻¹)	0,8	1,0	1,15	1,04	0,79	0,70	0,68	0,75	0,74	0,84	0,95	0,88	0,79	0,87
n (h)	2,1	3,2	4,30	5,37	6,61	7,11	8,08	7,83	5,72	4,33	2,73	1,67	6,79	4,92
P (mm)	58	49	64	70	84	125	94	80	76	72	69	68	528	909

Napomena: T_{mean} – srednja mjesečna temperatura zraka; T_{max} – srednja maksimalna temperatura zraka; T_{min} – Srednja minimalna temperatura zraka; RH_{mean} – srednja relativna vlažnost zraka; u_2 – srednja brzina vjetra na visini od 2 m; n – srednja dnevna insolacija; P – prosječna mjesečna suma padavina, Veg. – vegetacijski prosjeci, period april – septembar; God. – godišnji prosjeci.

Prosječna godišnja temperatura zraka u analiziranom vremenskom periodu iznosi 10,47°C, a prosječna vegetacijska (april – septembar) 16,69°C. Prosječna godišnja maksimalna temperatura iznosi 16,97°C, a minimalna je za nekih 11,5 stepeni niža i iznosi 5,49°C. Najtopliji mjesec je juli (20,32°C), a najhladniji januar (-0,1°C). Prosječna godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 76%, brzina vjetra je u prosjeku 0,87 m s⁻¹, a prosječan broj sunčanih sati u toku jednakog dana 4,92 h.

U toku godine u prosjeku padne 909 mm padavina, od toga 58% u periodu od 01. aprila do 30. septembra. Raspored padavina tokom godine je dosta ujednačen, što se pogotovo odnosi na period od augusta do januara kada mjesečna suma padavina varira u rasponu od svega 14 mm. Najmanje padavina ima u februaru (49 mm), a najviše u junu (125 mm), što upućuje na relativno povoljne uslove za poljoprivrednu proizvodnju na ovom području.

Korištenjem standardne FAO-PM metode (Allen *et al.*, 1998) i klimatskih podataka za period od 30 godina, dobivene su dnevne vrijednosti ET_o za područje MS Tuzla. Prosječne mjesečne sume i dnevni prosjeci za različit vremenski period (mjesec, vegetacija i godina) prikazani su u tabeli 2.

Prosječna godišnja suma ET_o za MS Tuzla iznosi 729 mm, od toga na period vegetacije (april-septembar) otpada 78,4% odnosno 571 mm. Najveće vrijednosti su u najtoplijem mjesecu julu (129 mm), a najmanje u najhladnijem (Tabela 1), odnosno u januaru (13 mm). Skoro identične vrijednosti su dobivene prilikom kreiranja mape ET_o BiH (Čadro *et al.*, 2019a) kada je godišnja ET_o iznosila 732 mm, a vegetacijska 572 mm (Čadro, 2019). U tom istraživanju za proračun ET_o standardnom FAO-PM metodom korišteni su mjesečni klimatski podaci za period 1961. – 2016. godina, dok su u ovom ulazni podaci bili dnevni, pa ipak, dobivena je veoma mala razlika u prosječnim mjesečnim, vegetacijskim i godišnjim sumama ET_o . Ovako mala razlika

sigurno upućuje na mogućnost korištenja mjesečnih vrijednosti klimatskih parametara za proračun ET_o .

Tabela 2. Prosječne vrijednosti referentne evapotranspiracije (ET_o) na MS Tuzla, period 1981.–2010. godina / *Average values of reference evapotranspiration, weather station Tuzla, period 1981 - 2010*

ET_o	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Veg.	God.
$ET_{o\Sigma}$	13,55	22,94	47,39	70,30	98,62	109,1	120,5	106,8	66,51	40,42	20,21	12,64	571,9	729,0
$ET_{o\bar{x}}$	0,44	0,82	1,53	2,34	3,18	3,64	3,89	3,44	2,22	1,30	0,67	0,41	18,71	23,88

Napomena: $ET_{o\Sigma}$ – suma referentne evapotranspiracije; $ET_{o\bar{x}}$ – prosječna dnevna referentna evapotranspiracija; Veg. – vegetacijski prosjeci (april – septembar); God. – godišnji prosjeci.

Prema istraživanjima Mihaliček (1989) u konačnom rezultatu bilansa nema signifikantnih razlika između dekadnih i mjesečnih vremenskih intervala bilansiranja. Lecerpentier (1984) također ističe da dekadni intervali donose minorna poboljšanja, tako da izbor dnevnih, dekadnih ili mjesečnih podataka ovisi od mogućnosti osiguranja adekvatnih podataka (Vlahinić, 2004).

Pedološki uslovi područja istraživanja

Korištenjem *Pedološke karte Bosne i Hercegovine* (Imamović, 1977; Jakšić, 1970; Malović i Jakišić, 1972; Mehmedbašić, 1974; Mijatović, 1972) utvrđeno je da na području Tuzlanskog kantona najveće površine zauzima distrični kambisol, a zatim eutrični kambisol, luvisol, pseudoglej i aluvij (Čadro, 2014). Prema njihovim osnovnim fizičkim osobinama navedena tla možemo podijeliti u tri grupe: nepropusno tlo (N), gdje spadaju pseudoglej i luvisol koji su po teksturnom sastavu ilovasta glinuša ili glinovita ilovača; srednje propusno tlo (S), gdje spadaju eutrični kambisol i distrični kambisol koji imaju ilovasti teksturni sastav, i propusno tlo (P), aluvijalno tlo koje je po teksturnom sastavu najčešće pjeskovita ilovača (Čadro, 2014; Resulović *et al.*, 2008; Žurovec i Čadro, 2015).

Vrijednost lako pristupačne vode (LPV) za svaku od 3 navedene teksturne grupe tla izražena je za dubini od 1 m, za nepropusna tla iznosi 150 mm, za srednje propusna 130 mm, a propusna 90 mm (Čadro, 2014; McBean *et al.*, 1995; Saxton, 1986; Saxton *et al.*, 2006).

Biološke karakteristike analiziranih voćarskih kultura

Vrijednosti koeficijenta kulture (kc) za četiri razvojne faze (kc_{ini} – inicijalna faza; kc_{dev} – razvojna faza; kc_{mid} – srednje-sezonska faza; kc_{end} – završna faza), a kasnije i proračun potreba za navodnjavanjem obavljen je po voćnim vrstama i njihovim grupama sazrijevanja, odnosno formirane su slijedeće 4 grupe: srednje kasne jabuke (Jonatan, Crveni delišes, Zlati delišes), srednje kasne kruške (Kaluderka), srednje rane kruške (Viljamovka) i srednje rane šljive (Čačanska rodna i Čačanska najbolja). Vrijednosti koeficijenta, kao i prosječni dugogodišnji termini početka i dužine trajanja pojedinih faza razvoja analiziranih voćarskih kultura prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Vrijednosti koeficijenta, početak i dužine trajanja pojedinih faza razvoja analiziranih voćarskih kultura / *Crop coefficient and length of development stages for the analyzed fruit cultures*

	Faza razvoja <i>Crop development stages</i>	kc_{ini}	kc_{dev}	kc_{mid}	kc_{end}	Ukupno vegetacija <i>Total vegetation period</i>
Jabuka Srednje kasna <i>Apple</i>	Datum početka <i>Starting date</i>	11.04.	26.04.	10.06.	19.09.	11.04. – 08.11.
	Trajanje faze (dan) <i>Length</i>	15	45	101	50	211
	Vrijednost koef. <i>Coefficient value</i>	0,80	-	1,20	0,85	-
Kruška Srednje kasna <i>Pear</i>	Datum početka <i>Starting date</i>	02.04.	17.04.	01.06.	18.09.	02.04. – 05.11.
	Trajanje faze (dan) <i>Length</i>	15	45	109	48	217
	Vrijednost koef. <i>Coefficient value</i>	0,80	-	1,20	0,85	-
Kruška Srednje rana <i>Pear</i>	Datum početka <i>Starting date</i>	01.04.	16.04.	31.05.	30.08.	01.04. – 03.11.
	Trajanje faze (dan) <i>Length</i>	15	45	91	65	216
	Vrijednost koef. <i>Coefficient value</i>	0,80	-	1,20	0,85	-

<i>Coefficient value</i>						
Šljiva Srednje kasna	Datum početka <i>Starting date</i>	10.04.	27.04.	01.07.	05.09.	10.04. – 24.10.
	Trajanje faze (dan)	17	65	66	49	197
Plum	<i>Length</i>					
	Vrijednost koef. <i>Coefficient value</i>	0,80	-	1,15	0,85	-

Napomena: kc_{ini} – inicijalna faza; kc_{dev} – razvojna faza; kc_{mid} – srednje-sezonska faza; kc_{end} – završna faza.

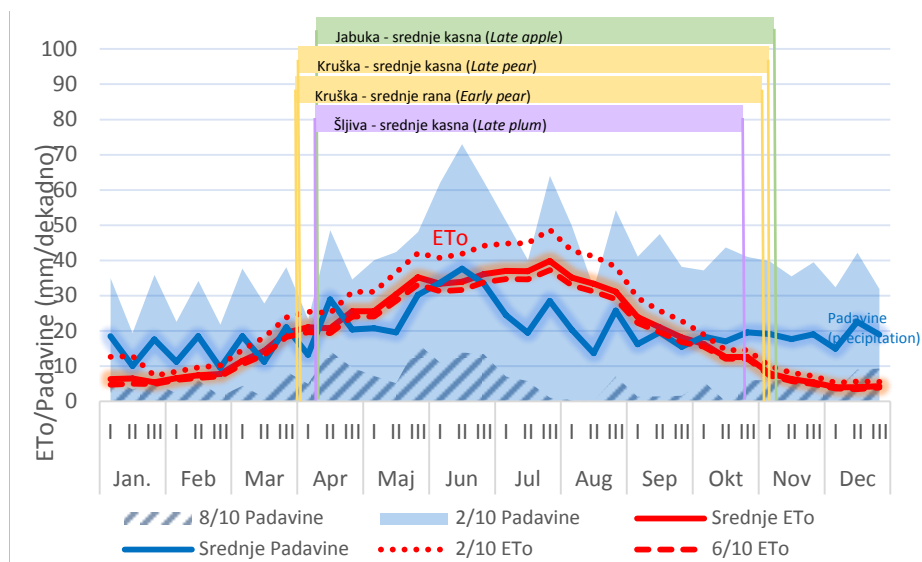
Kalendar navodnjavanja

U okviru kalendara navodnjavanja vremenski uslovi su podijeljeni u 4 grupe:

- ekstremno sušni ($ET_0 2/10$, bez kiše),
- sušni ($ET_0 4/10$, kiša $8/10$),
- normalni (prosječna ET_0 i prosječne padavine) i
- vlažni ($ET_0 6/10$, kiša $2/10$).

Odnosi između različitih nivoa učestalosti ET_0 i padavina, kao i period vegetacije analiziranih voćarskih kultura na području Tuzlanskog kantona, prikazani su na Grafikonu 1.

U toku vegetacije analiziranih voćarskih kultura (01.04. – 08.11), količina padavina je najveća u mjesecu junu. Posebno se ističu padavine frekvencije $2/10$ (vlažni uslovi) koje u drugoj dekadi juna mogu iznositi i preko 70 mm (Tabela 3). Poređenjem dekadnih vrijednosti ET_0 i količine padavina mogu se primijetiti dva perioda kada je prosječna ET_0 veća od prosječne sume padavina. Prvi u maju i drugi od početka jula do druge dekade septembra. Sa aspekta navodnjavanja mnogo je interesantniji drugi period kada voćarske kulture vrše intenzivno formiranje plodova i veoma su osjetljive na nedostatak vode u tlu. Pored toga u toku prvog perioda (maj) često je prisutna određena rezerva vode u tlu koju biljke mogu koristiti.



Grafikon 1. Različiti nivoi ETo i padavina na području Tuzlanskog kantona / *Different ETo and precipitation levels at Tuzla canton*

Također, veoma je interesantan period od početka godine do kraja aprila, kada se na području Tuzle redovno smjenjuju vlažna i suha dekada (Grafikon 1). S obzirom da dnevni zahtjevi za navodnjavanjem u periodu vršne potrebe (juli) iznose oko 5 mm ili 50 m³ po ha površine, kao i da se analizirane voćne vrste isključivo navodnjavaju lokalnim sistemom – kap po kap, u radu su korišteni obroci navodnjavanja (Žurovec, 2012) od 5 mm. Pored toga, uzeta je efikasnost navodnjavanja od 100%, a termin početka navodnjavanja je bio u momentu kad je potrošeno 20% od ukupne rezerve LPV.

Tabela 4. Količina padavina (mm dekada⁻¹) u toku perioda vegetacije na području Tuzlanskog kantona / *Amount of precipitation (mm per decade) during the vegetation period in Tuzla canton*

	Apr.			Maj.			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Okt.			Nov.
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
E																						
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	5	14	10	7	5	16	11	14	13	7	6	1	0	0	7	1	1	2	6	0	6	6
N	13	29	20	21	20	30	34	38	33	25	20	29	20	14	26	16	20	16	18	17	20	19
V	23	49	35	40	42	48	62	73	62	51	40	64	50	32	54	41	48	38	37	44	41	40

Napomena: ES – ekstremno suho / Extremely dray; S – Suho / Dry; N – Normalno / Normal; V – vlažno / Wet

U tabeli 5 su date mjesečne i ukupne potrebne vode (PV) odnosno potrebne vode za navodnjavanje (PVN) jabuke, kruške i šljive pri prosječnim (normalnim) klimatskim uslovima na području Tuzle.

Tabela 5. Potrebna količina vode (PV) i količina vode za navodnjavanje (PVN) u mm / *Crop water requirements and crop irrigation requirements in mm*

Mjesec		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Sve
Srednje kasna jabuka <i>Apple</i>	PV	38	95	133	147	129	81	46	668
	PVN	3	33	46	83	75	34	2	275
Srednje kasna kruška <i>Pear</i>	PV	55	104	134	147	129	80	45	695
	PVN	8	42	47	83	75	33	2	290
Srednje rana kruška <i>Pear</i>	PV	57	105	134	147	129	76	43	691
	PVN	9	43	47	83	75	29	1	287
Srednje kasna šljiva <i>Plum</i>	PV	39	86	118	141	124	74	33	614
	PVN	4	24	31	77	70	27	0	233
Prosjek odabrane kulture <i>Average</i>	PV	47	97	130	146	128	78	42	667
	PVN	6	35	43	82	74	31	1	271

Napomena: PV – potrebna količina vode / crop water requirements; PVN – potrebna količina vode za navodnjavanje / irrigation water requirements

Bošnjak (1999) je generalno za voćke na prostoru kontinentalnog dijela Srbije utvrdio sljedeću mjesečnu potrebu za vodom: april 40 – 60, maj 70 – 100, juni 90 – 120, juli 110 – 130, august 100 – 130, septembar 50 – 60 mm. Na godišnjem nivou ova potreba varira od 460 – 600 mm (Dragojević *et al.*, 2006). U našem slučaju dobiveni su slični rezultati (667 mm god.⁻¹), uz nešto veće vrijednosti u najtoplijem mjesecu julu (146 mm), kao i određenu potrebu za navodnjavanjem u oktobru (42 mm).

Prosječne potrebe za navodnjavanjem između 3 analizirane voćarske kulture su dosta jednake (Tabela 5). Pa ipak najveće potrebe ima kruška (287 – 290 mm god.⁻¹), zatim jabuka (275 mm god.⁻¹), a najmanje šljiva (233 mm god.⁻¹). Mjesec sa najvećim potrebama za navodnjavanjem je juli, kada je potrebno dati od 77 do 83 mm vode zavisno od kulture.

Kako na određenoj lokaciji uvijek ne vladaju prosječni uslovi, nego se smjenjuju vlažni i suhi periodi, korisnik kalendara navodnjavanja prije svega treba da utvrdi da li su trenutni vremenskih uslovi ekstremno sušni (ES), sušni (S), normalni (N) ili vlažni (V) za dato područje. Ovo može uraditi na osnovu izmjerene količine dekadnih padavina (kišomjerom ili sl.) na svom poljoprivrednom gazdinstvu ili na osnovu podataka sa javnih hidrometeoroloških servisa. Poređenjem ovih vrijednosti dekadnih padavina sa ranije utvrđenim za tu dekadu (Tabela 4), poljoprivredni proizvođač može odrediti u koju grupu vremenskih uslova spadaju trenutni. Zatim, iz tabela intervala

navodnjavanja (Tabela 6), a za aktuelne vremenske uslove, određuje vremenski interval (dana) između dva navodnjavanja (Čadro *et al.*, 2017).

U Tabeli 6 su prikazani intervali u danima između dva navodnjavanja, a zavisno od trenutnih vremenskih uslova. Jabuku, krušku i šljivu na području Tuzle u slučaju vlažnih uslova nije potrebno navodnjavati. Isti rezultati su dobiveni i u ranije kreiranom kalendaru kalendara navodnjavanja jabuke za područje Zenice, Sarajeva i Goražda (Čadro *et al.*, 2016).

Osim vremenskih uslova i osobine tla utiču na potrebe za navodnjavanjem, što je tlo propusnije navodnjavanje počinje ranije i odvija se u većem intenzitetu (Tabela 6).

Tabela 6. Interval navodnjavanja (u danima) pri obroku navodnjavanja od 5 mm / *Irrigation interval (in days) with irrigation depth of 5 mm*

Mjesec / month		April			Maj			Juni			Juli			August			Sept.			Oktobar		
Dekada / decade		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Srednje kasna jabuka	Ekstremno*	5						1								2	3	4				
	N* Suho							2			1				2			4				
	Normalno										4	3	2	4	5	10						
	Ekstremno			5							1					2	3	4				
	S* Suho							2			1				2			4				
	Normalno										2		4	8								
	Ekstremno			4							1				2		3	4				
	P* Suho				8	2					1				2		4	5				
	Normalno									3	1	2	4	8	10							
	Dekada		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Srednje kasna kruška	Ekstremno									1						2	3	4				
	N Suho				5					1					2		3	10				
	Normalno										2		4	5	10							
	Ekstremno			4							1					2	3	4				
	S Suho				5						1				2		4	10				
	Normalno									5	2	3	4	5	10							
	Ekstremno		5	2							1					2	3	4				
	P Suho				2						1				2		4	10				
	Normalno							10	5		2		4	5	10							
	Dekada		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Srednje rana kruška	Ekstremno			10						1						2	3	4				
	N Suho				4					1				2	3	4	8					
	Normalno										2		4	10								
	Ekstremno			4							1				2	3	4					
	S Suho					2					1				2	3	4	10				
	Normalno									5	2	4	10									
	Ekstremno		5	2							1					2	3	4				
	P Suho				2						1				2	3	5	10				
	Normalno																					

Normalno		10			5			2			3			4			5			10		
Dekada		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Srednje kasne šljiva	N Ekstremno				5			1						2			3			4		
	N Suho				5			2			1			2			3			4		
	N Normalno										1			2			5			10		
	S Ekstremno				2			1						2			3			4		
	S Suho							2			1			2			3			4		
	S Normalno										3			2			5			10		
	P Ekstremno	4			1									2			3			4		
	P Suho				2			1			2			3			5					
	P Normalno										2			5			4			10		

Napomena: Ekstremno – Ekstremno sušni uslovi; N – nepropusno tlo; S – srednje propusno tlo, P – propusno tlo

ZAKLJUČCI

Prema predviđanjima u budućnosti će doći do povećanja potreba za hranom i povećanja površina koje se navodnjavaju, što može uzrokovati veliki pritisak na dostupne izvore vode, pogotovo ako imamo u vidu da je trenutno daleko najveći potrošač pitke vode poljoprivreda. Sve metode koje racionaliziraju utrošak vode u poljoprivredi, a pri tome osiguravaju sigurniju proizvodnju hrane predstavljaju održive poljoprivredne sisteme i više su nego dobro došle. Ovim istraživanjem kreiran je jednostavan model – kalendar navodnjavanja voćarskih kultura koje zauzimaju najveće površine na području Tuzlanskog kantona. Njegovom primjenom moguće je racionalnije koristiti vodu u voćarskoj proizvodnji i time povećati njenu održivost. Poljoprivredni proizvođači mogu u aktualnim uslovima znati kada i kojom količinom vode navodnjavati njihov zasad.

Na području Tuzlanskog kantona kritični mjesec – mjesec sa najvećom prosječnom temperaturom (20,32°C), najvećim potrebama za vodom (146 mm), kao i potrebama za navodnjavanjem (82 mm) je juli. U julu je u prosjeku potrebno svaki dan navodnjavanjem obezbijediti 2,64 l vode po m² površine. Ova vrijednost se duplira ako su trenutni uslovi suhi ili ekstremno suhi.

Između analiziranih kultura u prosjeku na godišnjem nivou najveće potrebe za navodnjavanjem ima kruška (290 mm), zatim jabuka (275 mm), a najmanje šljiva (233 mm). Ove kulture navodnjavati je potrebno u normalnim, suhim i ekstremno suhim uslovima, međutim ako su uslovi vlažni količina vode od padavina je sasvim dovoljna i nije potrebno navodnjavanje.

LITERATURA

Allen, R. G., Pereira, L., Raes, D., Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. Rome: United Nations FAO.

- Allen, R. G., Zhenguli, L. G. (2016). REF-ET Reference Evapotranspiration Calculator (Version Windows 4.1). Idaho: University of Idaho Research and Extension Center Kimberly.
- Bošnjak, Đ. (1999). *Navodnjavanje poljoprivrednih usjeva*: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Čadro, S. (2014). *Vodno-fizička i meliorativna problematika najvažnijih tipova poljoprivrednog zemljišta na području Tuzlanskog kantona*. (Magistarski rad), Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
- Čadro, S. (2019). *Razvoj i primjena softvreskih modela u cilju održivog upravljanja vodom i povećanja produktivnosti poljoprivrednih kultura u BiH*. (PhD), University of Sarajevo, Sarajevo.
- Čadro, S., Cherni-Čadro, S., Marković, M., Žurovec, J. (2019a). A reference evapotranspiration map for Bosnia and Herzegovina. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(1), 89-101. doi: 10.1016/j.iswcr.2018.11.002
- Čadro, S., Uzunovic, M., Cherni-Čadro, S., i Žurovec, J. (2019b). Changes in the Water Balance of Bosnia and Herzegovina as a Result of Climate Change. *Agriculture and Forestry*, 65(3).
- Čadro, S., Žurovec, J., Husić, S. (2017). Kalendar navodnjavanja mladog krompira u skladu sa aktuelnim vremenskim uslovima na području Hercegovine. *Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo*, LXII(67/1), 12.
- Čadro, S., Žurovec, J., Radović, M. (2016). *Real-time irrigation scheduling charts for apple (Malus domestica) in the central-eastern areas of Bosnia and Herzegovina*. Paper presented at the VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016", Jahorina.
- Dragojević, S., Maksimović, L., Radojević, V., Cicmil, M. (2006). *Navodnjavnje u biljnoj proizvodnji*. Beograd: PARTENON.
- Drkenda, P., Music, O., Maric, S., Jevremovic, D., Radicevic, S., Hudina, M., Blanke, M. M. (2018). Comparison of Climate Change Effects on Pome And Stone Fruit Phenology Between Balkan Countries and Bonn/Germany. *Erwerbs-Obstbau*, 60(4), 295-304. doi: 10.1007/s10341-018-0373-y
- Drkenda, P., Music, O., Spaho, N., Hudina, M. (2019). Geographic and seasonal variation of biochemical parameters of the European native plum 'Pozegaca' (*Prunus domestica* L.). *European Journal of Horticultural Science*, 84(5), 282-293. doi: 10.17660/Ejhs.2019/84.5.4
- FHMZ. (2010). Fenološki godišnjak (Vol. 1981-2010). Sarajevo: Federalni hidrometeorološki zavod.
- FZS. (2019). Tuzlanski kanton u brojkama. Sarajevo: Federalni zavod za statistiku.
- Hargreaves, G. H. (1994). Simplified coefficients for estimating monthly solar radiation in North America and Europe *Department of Biological and Irrigation Engineering*. Utah State University, Logan, Utah.

- Hodžić, S., Marković, M., Čustović, H. (2013). Drought Conditions and Management. Strategies in Bosnia and Herzegovina - Concise Country Report *UNW-DPC Proceedings* (Vol. 11).
- Imamović, Š. (Cartographer). (1977). Pedološka karta Jugoslavije 1:50:000. Bosna i Hercegovina. Tumač sekcije Derventa - 4.
- Jabloun, M., Sahli, A. (2007). Chart for Monitoring Wheat Irrigation in Real Time. Tunis: National Agronomic Institute of Tunisia.
- Jakšić, V. (Cartographer). (1970). Pedološka karta Jugoslavije 1:50:000. Bosna i Hercegovina. Tumač sekcije Tuzla - 3.
- Jensen, M. E., Burman, R. D., Allen, R. G., American Society of Civil Engineers. Committee on Irrigation Water Requirements. (1990). *Evapotranspiration and irrigation water requirements : a manual prepared by the Committee on irrigation water requirements of the irrigation and drainage Division of the American Society of Civil Engineers*. New York: ASCE.
- Lecerpentier, C. (1984). Calcul des bilans hydriques et des besoins en eau d'irrigation. *ICID Bulletin*, 33(2), 71-80.
- Malović, P., Jakišić, V. (Cartographer). (1972). Pedološka karta Jugoslavije 1:50:000. Bosna i Hercegovina. Tumač sekcije Kladanj - 2.
- McBean, E. A., Rovers, F. A., Farquhar, G. J. (1995). *Soil Waste Landfill Engineering and Design*. New Jersey: Prentice Hall PRT: Englewood Cliffs.
- Mehmedbašić, A. (Cartographer). (1974). Pedološka karta Jugoslavije 1:50:000. Bosna i Hercegovina. Tumač sekcije Tuzla - 1.
- Mihaliček, T. (1989). *Korelacione veze potencijalne evapotranspiracije (PET) računata raznim metodama za područje Mostara*. (Master), Faculty of Agriculture, University of Sarajevo, Sarajevo.
- Mijatović, B. (Cartographer). (1972). Pedološka karta Jugoslavije 1:50:000. Bosna i Hercegovina. Tumač sekcije Tuzla - 4.
- Popov, T., Gnjato, S., Trbic, G., Ivanisevic, M. (2018). Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(1), 211-224. doi: 10.26471/cjees/2018/013/019
- Radusin, S., Medić, V., Cero, M., Abdurahmanović, I., Avdić, S., Oprašić, S., Trbić, G. (2016). Third National Communication and Second Biennial Update Report on Greenhouse Gas Emissions of Bosnia And Herzegovina under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Sarajevo.
- Raes, D., Mallants, D., Song, Z. (1996). RAINBOW - software package for analysing hydrologic data. *Hydraulic Engineering Software VI: Computational Mechanics Publications*, 525-534.
- Raes, D., Mallants, D., Song, Z. (2005). RAINBOW: a software package for analysing hydrological data. Vital Decosterstraat 102, B-3000 Leuven, Belgium: K.U. Leuven University Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Institute for land and Water Management.

- Raes, D., Sahli, A., Van Looij, J., Ben Mechlia, N., Persoons, E. (2000). Charts for Guiding Irrigation in Real Time. *Irrigation and Dreingae systems*, 14, 343-352.
- Raes, D., Smith, M., De Nys, E., Holvoet, K., Makarau, A. (2002). *Charts with Indicative Irrigation Intervals for Various Waether Conditions*. Paper presented at the Irrigation Advisoty Services and Peticipatory Extension in Irrigation Management, Montreal, Canada.
- Raes, D., Willems, P., Gbaguidi, F. (2006). *RAINBOW - a software package for hydrometeorological frequency analysis and testing the homogeneity of historical data sets*. Paper presented at the 4th International Workshop on "Sustainable management of marginal drylands", Islamabad, Pakistan.
- Rao, A. S., Saxton, K. E. (1995). Analysis of Soil-Water and Water-Stress for Pearl-Millet in an Indian Arid Region Using the Spaw Model. *Journal of Arid Environments*, 29(2), 155-167. doi: Doi 10.1016/S0140-1963(05)80086-2
- Resulović, H., Čustović, H., Čengiđ, I. (2008). *Sistematika tla/zemljišta - Nastanak, svojstva i plodnost*. Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni Fakultet.
- Saxton, K. E. (1986). *Estimating generalized soil-water characteristics from texture* (Vol. 50): Soil Sci. Soc. Amer. J.
- Saxton, K. E., Rawls, W. J. (2006). Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 70(5), 1569-1578. doi: 10.2136/sssaj2005.0117
- Smith, M. (1992). *CROPWAT: A computer program for irrigation planing and management*. Rome: FAO land and Water Development Division.
- Steduto, P., C. Hsiao, T., Fereres, E., Raes, D. (2012). *Crop yield response to water*. Rome: FAO.
- Stojićević, D. (1996). *Navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta - Tehničko-tehnološke i agrobiološke osnove navodnjavanja*. Beograd: Partenon.
- Surendran, U., Sushanth, C. M., Mammen, G., Joseph, E. J. (2017). FAO-CROPWAT model-based estimation of crop water need and appraisal of water resources for sustainable water resource management: Pilot study for Kollam district - humid tropical region of Kerala, India. *Current Science*, 112(1), 76-86. doi: 10.18520/cs/v112/i01/76-86
- Šimunić, I. (2013). *Uređenje voda*. Zagreb: Hrvatska Sveučilišna Naklada.
- Tadić, K. (2016). *Prikaz razvoja navodnjavanja tijekom povjesti*. (Diplomski rad), Jospi Juraj Strossmayer, Osijek.
- Tomić, F. (1988). *Navodnjavanje* (Vol. 1). Zagreb: Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske i Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
- Uzunović-Hasičić, N. (2018). *Poljoprivreda na prostorima Bosne i Hercegovine u periodu rimske uprave*. (Bsc), Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
- Vlahinić, M. (2004). Land reclamation and Agrohydrological Monograph of Popovo Polje. *Department of Natural Sciences and Mathematics*, 6.

- VTK. (2015). *Strategija razvoja Tuzlanskog kantona za period 2016.-2020.* Tuzla: Vlada Tuzlanskog Kantona.
- Wellens, J., Raes, D., Tychon, B. (2017). On the Use of Decision-Support Tools for Improved Irrigation Management: AquaCrop-Based Applications *Curent perspective on irrigation and drainage*: Intech - open science open minds.
- Žurovec, J. (2012). *Melioracije i uređenje poljoprivrednog zemljišta.* Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- Žurovec, J., Čadro, S. (2015). *Temporal Drought and Soil Moisture Variability in the Arable Land of Spreča Valley.* Paper presented at the 26th International Scientific expert Conference in Agriculture and Food Industry, Ilidža, Sarajevo.
- Žurovec, J., Čadro, S., Sinanović, K., Husić, S., Šehić, D., Mrkulić, A. (2017). Procjena erozije i moguće mjere konzervacije poljoprivrednog tla na području Željeznog Polja-Assessment of Erosion and Possible Conservation Measures of Agricultural Soil in the Area of Željezno Polje. *Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, LXII(67/2)*, 299-311.

IRRIGATION CALENDAR FOR FRUIT PRODUCTION IN AREA OF TUZLA CANTON

Summary

Nowadays, farmers in Bosnia and Herzegovina are facing climate change-related problems almost constantly. Treats such as late frost, extreme temperature or precipitation events, drought, floods and hail are becoming frequent and more devastating.

In order to achieve sustainable production and rational use of water resources together with environmental protection and reduction of risk, farmers should use decision-support tools such as the irrigation calendar or chart. Using such calendars can save up to 30% of water while maintaining yields and requiring minimum data or need for developing new skills. In this study, irrigation calendars for orchard production (apple, pear and plum) in Tuzla Canton taking in consideration different soil characteristics were developed. Critical month for the irrigation in Tuzla Canton is July. Average orchard water requirement is around 667 mm, or 146 mm in the critical month. Under normal weather conditions, daily irrigation requirements in July amounts to 2.64 l of water per m², if conditions are dry or extremely dray then these values should double.

Key words: irrigation calendar; orchard; Tuzla Canton; sustainability