

**OSNOVNI ELEMENTI NAVODNJAVANJA KUKURUZA
(*Zea mays* L.) NA PODRUČJU ORAHOVICE OVISNO O
KLIMATSKIM UVJETIMA I ROKOVIMA SJETVE**

MAIZE (*Zea mays* L.) IRRIGATION SCHEDULING DEPENDING ON
CLIMATE CONDITIONS AND SOWING DATE
IN ORAHOVICA REGION

**Antonija Kojić, M. Josipović, Božica Japundžić Palenkić, Ž. Barač,
Irena Rapčan, K. Bičanić, Monika Marković**

SAŽETAK

Kukuruz (*Zea mays* L.) je najzastupljenija ratarska kultura na području Republike Hrvatske. Ostvarivanje visokih prinosa i dobre kvalitete zrna kukuruza moguće je ukoliko se poljoprivredna proizvodnja prilagodi klimatskim uvjetima i potrebama uzgajane kulture. Cilj rada bio je odrediti osnovne elemente navodnjavanja kukuruza na području Orahovice (Hrvatska), uzimajući u obzir klimatske čimbenike kao što su: oborine, temperatura zraka, vjetar, relativna vlaga zraka i insolacija, ovisno o rokovima sjetve te podatke o tlu (volumna gustoća i hidropedološke konstante). Analizom podataka u razdoblju od 2011. do 2020. godine utvrđena je potreba za navodnjavanjem kukuruza. U prosječnim godinama sa stajališta proizvodnje kukuruza norma navodnjavanja iznosi 132 mm, a u sušnim 268 mm. Norma navodnjavanja postrnog kukuruza u sušnim godinama iznosi 98,9 mm. Biljkama pristupačna voda i prinos kukuruza su proporcionalno promjenjive vrijednosti, što znači da manjak oborina negativno utječe na prinos i obrnuto. Kako bi se smanjenje prinosa zbog abiotskog stresa izazvanog sušom smanjilo na najmanju moguću mjeru, nedostatak vode je potrebno nadoknaditi agrotehničkom mjerom navodnjavanja. Osim osiguravanja dovoljne količine vode za razvoj kukuruza, navodnjavanjem se može proširiti i raspon sjetvenih rokova.

Ključne riječi: klimatski uvjeti, elementi navodnjavanja, rokovi sjetve, kukuruz

ABSTRACT

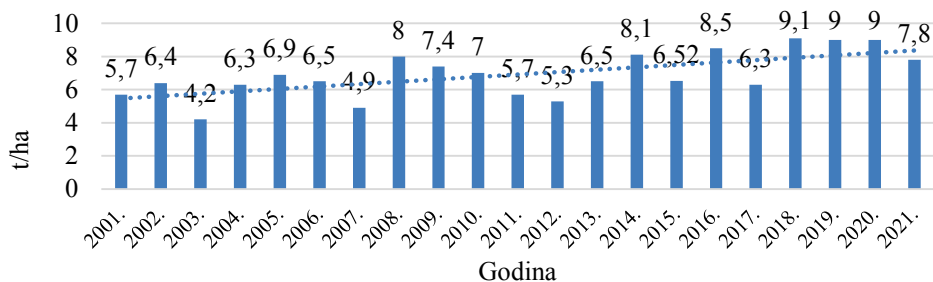
Maize (*Zea Mays* L.) is the most represented agricultural crop in the territory of the Republic of Croatia. Achieving high yields and good grain quality is possible if agricultural production is adapted to climatic conditions and the needs of the cultivated crop. The aim of the work was to determine the elements of maize irrigation in the area of Orahovica (Croatia), depending on climatic factors such as: precipitation, air temperature, wind, relative humidity and insolation, and the sowing dates. By analyzing data of the 2011-2021 year period, the need for maize irrigation was determined. In average years in terms of maize production, the irrigation norm is 132 mm, and in dry years 268 mm. The irrigation norm of post corn is 98,9 mm in dry years. The available water and maize yield are proportionally changing values, which means that the lack of precipitation negatively affects the yield and vice versa. In order to avoid a reduced yield due to abiotic stress caused by drought, it is necessary to implement the agrotechnical measure of irrigation. In addition to ensuring a sufficient amount of water for the development of maize, irrigation can also extend the sowing dates.

Key words: climatic factors, irrigation scheduling, sowing dates, maize

UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jednogodišnja jara kultura i jedna je od najznačajnijih žitarica u svijetu. Koristi se ponajprije u ishrani stoke, a zatim u prehrani ljudi, kao biogorivo, u proizvodnji poljoprivredno-prehrambenih proizvoda i kao sirovina u brojnim industrijama poput kemijske, tekstilne, itd. Poseban ekonomski značaj kukuruzu daje činjenica da se svi dijelovi biljke mogu iskoristiti za preradu. Područje uzgoja kukuruza je vrlo široko, a uz rižu i pšenicu najrasprostranjenija je poljoprivredna kultura u svijetu. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS, 2021.), u razdoblju od 2001. do 2021. godine kukuruz je u Republici Hrvatskoj bio zasijan u prosjeku na 275 807 ha. Dakle, uz pšenicu, ječam, soju i suncokret, kukuruz je najznačajnija žitarica u ratarskoj proizvodnji Republike Hrvatske. Prema podacima DZS-a prikazanim Grafikonom 1., prinos kukuruza u razdoblju od 2001. do 2021. godine je varirao od 4,2 t/ha (2003.) do 9,1 t/ha (2018.) dok je prosječan prinos bio 6,9 t/ha. Vidljiv je blagi uzlazni trend prinosa kukuruza.

Antonija Kojić i sur.: Osnovni elementi navodnjavanja kukuruza (*Zea mays* L.)
na području Orahovice ovisno o klimatskim uvjetima i rokovima sjetve

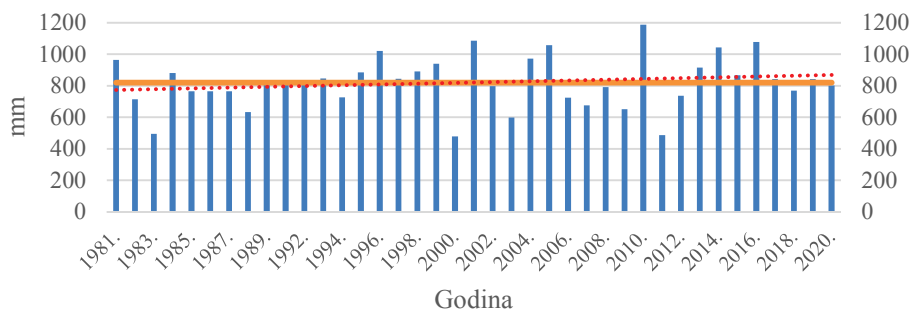


*Grafikon 1. Prinos kukuruza (t/ha) u Republici Hrvatskoj
u razdoblju od 2001. do 2021. godine*

Graph 1 Maize yield (t/ha) in the Republic of Croatia from 2001 to 2021

Hrvatska je samodostatna u proizvodnji kukuruza osim u godinama kada su nepovoljni klimatski uvjeti, primjerice nedostatak učinkovitih oborina i ekstremno visoke temperature zraka. Kukuruz može uspijevati u rasponu temperatura zraka od 10 do 35 °C što znači da ispod ili iznad tih vrijednosti biljka ne može ostvariti svoj potencijal, odnosno može doći do prestanka razvoja. To se najčešće događa u nepovoljnim klimatskim uvjetima kao što su hladna i kišna proljeća, u razdoblju kada biljka započinje svoj vegetativni porast, odnosno prilikom nedostatka oborina tijekom generativne faze razvoja. Prema Aslamu i sur. (2015.) voda je esencijalna potreba svih živih bića, a najznačajniji abiotski stres je suša, odnosno nedostatak vode. Abiotski stres izazvan sušom smanjuje brzinu rasta kukuruza, produljuje vegetativnu i smanjuje generativnu fazu rasta, osobito ukoliko oborine izostanu 14 dana prije i nakon oprašivanja. Osim na oprašivanje, suša ima izravan utjecaj i na ostale faze generativnog razvoja kao što su: stvaranje peludi i svile, razvoj embrija, endosperma, formiranje jezgre te u konačnici zrna kukuruza, što za posljedicu može imati smanjenje prinosa za 40 % (Daryanto i sur., 2016.). Prema Čakir (2004.) je utvrđeno da manjak vode tijekom svih faza razvoja kukuruza negativno utječe na visinu biljke, indeks lisne površine, prinos zrna po hektaru, broj klipova po biljci, prinos zrna po klipju i masu 1 000 zrna, odnosno manjak vode je statistički značajno smanjio sve promatrane parametre. Prema Barutčularu i sur. (2016.) manjak vode ima značajan negativan utjecaj na sadržaj proteina, ulja i škroba u zrnu kukuruza, osim kod genotipova koji su oplemenjivanjem obogaćeni navedenim nutritivnim komponentama. Potreba

kukuruza za vodom povećava se od sjetve, a najviše vrijednosti doseže u ljetnim mjesecima jer razdoblje metličanja kod najranijih hibrida započinje krajem lipnja i traje do prve polovice srpnja dok kod najkasnijih hibrida metličanje započinje krajem srpnja i traje tijekom prve polovice kolovoza, nakon čega opada završetkom vegetacije. Ukoliko je količina oborina nedovoljna za rast i razvoj kukuruza, potrebno je razmotriti agrotehničku mjeru navodnjavanja. Istraživanjem Caverio i sur. (2009.) je utvrđeno da se navodnjavanjem kukuruza metodom kišenja postiže mikroklima koja pozitivno utječe na vodni potencijal lista. Dnevnom dodavanjem obroka navodnjavanja je zabilježeno sniženje temperature zraka za 4 do 6 °C što je uzrokovalo smanjenje intenziteta transpiracije za 58 %. Navedene promjene su pozitivne jer se na taj način smanjuje intenzitet ET, odnosno gubitak vode. Prema Markoviću i sur. (2017.) navodnjavanje kukuruza ima znatno veću učinkovitost u sušnim i natprosječno toplim godinama jer se prinos linearno povećava s povećanjem norme navodnjavanja. Transpiracijski koeficijent je količina vode (g) potrebna za sintezu jednog grama suhe tvari, a prema Čakir (2004.) nedostatak vode tijekom vegetativnog razvoja može uzrokovati gubitke od 28 do 32 % mase suhe tvari. Na području Orahovice vidljiv je blagi pozitivan uzlazni trend godišnjih oborina za razdoblje od 1981. do 2021. godine (Grafikon 2.). Prosječna godišnja količina oborina je 820 mm, a tijekom razdoblja vegetacije 454 mm.



Grafikon 2. Godišnja količina oborina (mm) na području Orahovice u razdoblju od 1981. do 2020. godine

Graph 2 Annual rainfall (mm) in Orahovica from 1981 to 2020

Mađjar i Šošćarić (2009.) ističu kako je potreba kukuruza za vodom od 418 do 642 mm što znači da tijekom klimatski prosječne godine na području Orahovice oborine mogu zadovoljiti potrebe kukuruza za vodom no izostankom ili nepravilnim rasporedom oborina tijekom razdoblja vegetacije, može doći do smanjenja količine i kakvoće prinosa. Osim modernizacijom čimbenika koji izravno utječu na kvalitetu poljoprivredne proizvodnje, kao što su mehanizacija, korištenje precizne poljoprivrede (precizna sjetva i gnojidba), odabir prikladne FAO grupe zrenja, prinos kukuruza može se maksimalizirati navodnjavanjem. Kako bi poljoprivredna proizvodnja bila održiva važno je odrediti pravilan raspored obroka navodnjavanja da bi biljka mogla usvojiti dodanu vodu, odnosno da bi se očuvali vodni resursi (Marković i sur. 2021.). Prilikom planiranja agrotehničke mjere navodnjavanja, važno je uzeti u obzir samu kulturu, svojstva tla (gustoća tla, tekstura, hidropedološke konstante), klimatske čimbenike i metodu navodnjavanja. Zatim, evapotranspiraciju kulture (ET_c) kako bi se što točnije odredio obrok i norma navodnjavanja. Vodna bilanca je razlika između prihoda (oborine, zaliha vode u tlu) i rashoda (ET_o/ET_c) vode u tlu, odnosno prikazuje raspoloživu i potrebnu vodu za čije određivanje je važno razlikovati referentnu evapotranspiraciju (ET_o) i evapotranspiraciju kulture (ET_c). ET_o se određuje pomoću jedne od dvadeset i devet metoda koje se razlikuju ovisno o području i klimatskim uvjetima gdje se primjenjuje (Monteiro i sur., 2021.). ET_c ovisi o fazi razvoja biljke, odnosno ona je različita u početnoj, srednjoj, razvojnoj i kasnoj fazi razvoja kukuruza. Budući da je kukuruz jedna od najrasprostranjenijih žitarica, osim sjetve tijekom redovnih rokova (proljetna sjetva), može se sijati i postrno, za merkantilnu proizvodnju ili silažu. Prema Hrgoviću (2007.) rokovi sjetve kukuruza za istočnu Hrvatsku su od 10. do 25. travnja, dok postrni kukuruz treba posijati najkasnije do 25. lipnja zbog kraćeg trajanja vegetacije. Ukoliko je cilj postrne sjetve merkantilno zrno važan je odabir hibrida ranije grupe zrenja (npr. FAO 200) te da su svi agrotehnički uvjeti ispunjeni pravovremeno. Najvažniji agrotehnički uvjeti kod postrne sjetve su pravilna priprema tla kojom se zadržava vlaga, gnojidba dušikom i prikladna sjetvena mehanizacija. Za razliku od redovne sjetve, postrna sjetva kukuruza je zahtjevnija zbog smanjene vlažnosti sjetvenog sloja tla koja je uvjetovana klimatskim uvjetima kao što su visoke temperature, intenzivna insolacija, nepravilno raspoređene oborine itd. Cilj rada bio je odrediti elemente navodnjavanja (norma, obrok i hidromodul navodnjavanja) kukuruza na području Orahovice (Virovitičko-podravska županija) u redovnoj i postrnoj sjetvi na primjeru prosječne i sušne godine.

MATERIJALI I METODE RADA

Analizirani su vremenski uvjeti na području Orahovice u razdoblju od 2011. do 2020. godine. Korišteni su klimatološki podaci s najbližih meteoroloških postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ): Našice (minimalna i maksimalna temperatura zraka (°C), oborine (mm), vjetar (m sec⁻¹) i relativna vlaga zraka (%)) te Osijek (dnevna insolacija (h)). Potreba za navodnjavanjem je određena računalnim modelom CROPWAT 8,0 (FAO, 2009.). Norma navodnjavanja, odnosno ukupan nedostatak vode tijekom razdoblja vegetacije uzgajane kulture je određena kao razlika između evapotranspiracije kulture (ET_c, potrebna voda) i učinkovite oborine (raspoloživa voda). Prema Nistoru i sur. (2022.) učinkovite oborine čini količina vode koja se može infiltrirati u tlo, ovisno o količini i intenzitetu oborine, uzgajanoj kulturi, gubicima evaporacijom i zasićenosti tla vodom, zbog čega postaje dostupna biljkama. U radu je učinkovita oborina određena prema USDA metodi (Brakensiek i sur., 1979.), a ET_c prema Penman-Monteith metodi (Allen i sur., 1998.). Obje metode su integrirane u korišteni računalni model CROPWAT 8,0. Za određivanje ET_c-e korišten je koeficijent usjeva (kc) prema Allen i sur. (1998.). Obrok navodnjavanja, odnosno količina vode koju se dodaje jednim navodnjavanjem je određena prema formuli (Tomić, 1988.):

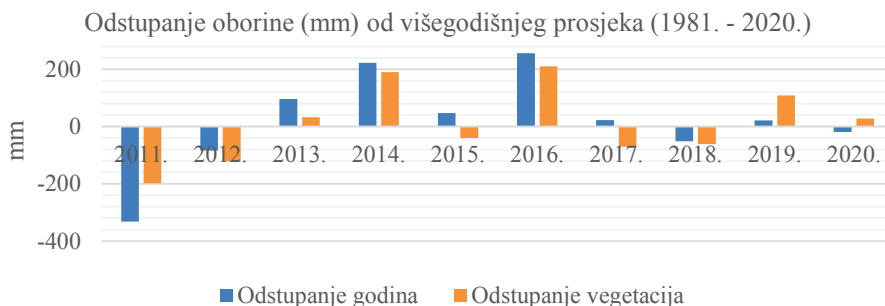
$$O = 100 \times \rho t \times h \times (Pkv - Tv)$$

gdje je O = obrok navodnjavanja (mm), ρt = volumna gustoća tla (g cm⁻³), h = dubina vlaženja (m), Pkv = poljski kapacitet tla za vodu (% vol. ili % mas.) te Tv = trenutačna vlažnost. Analizom tla određena je volumna gustoća tla (ρv) te hidropedološke konstante, poljski vodni kapacitet (Pkv) i lentokapilarna vlažnost (Lkv). Tlo je analizirano na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, a hidropedološke konstante su određene na Agronomskom fakultetu u Zagrebu na tlačnom ekstraktoru i tlačnoj membrani prema standardnim procedurama i metodologiji (Škorić, 1982.). Hidromodul navodnjavanja je određen računalnim programom CROPWAT 8,0. Za prosječnu godinu je odabrana 2020. godina kada su zabilježena najmanja odstupanja od višegodišnjeg prosjeka, a za sušnu godinu 2011. godina jer je spomenute godine zabilježena najmanja količina oborine tijekom razdoblja vegetacije. Vjerojatnost pojave godišnje količine oborine za izradu elaborata analizirana je prema metodi Hanzena (Čavlek, 1992.), a kao sušna godina je uzeta 2011. godina.

REZULTATI I RASPRAVA

Klimatski čimbenici

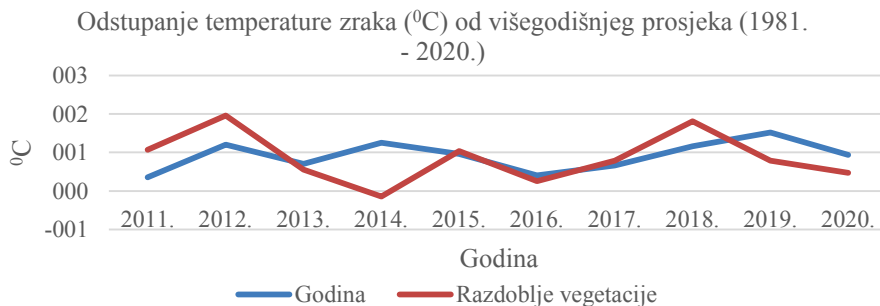
U promatranom razdoblju (2011. - 2020.) je prosječna godišnja količina oborina bila 838 mm, a tijekom razdoblja vegetacije 462 mm. Izražena je varijabilnost godišnje i oborine tijekom razdoblja vegetacije (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Odstupanje godišnje oborine i tijekom razdoblja vegetacije (mm) od višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2020.)

Graph 3 Annual and growing period rainfall (mm) deviation from long-term average (1981 – 2020)

Grafikonom 4. je prikazano odstupanje godišnje temperature zraka te tijekom razdoblja vegetacije (°C) od višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2020.). Podaci ukazuju na porast temperature zraka što znači da intenzitet evapotranspiracije (ET) također ima uzlazni trend, odnosno da potrebe biljaka za vodom rastu. Prosječna godišnja temperatura zraka u promatranom razdoblju iznosila je 12,3 °C, a tijekom razdoblja vegetacije 18,8 °C.

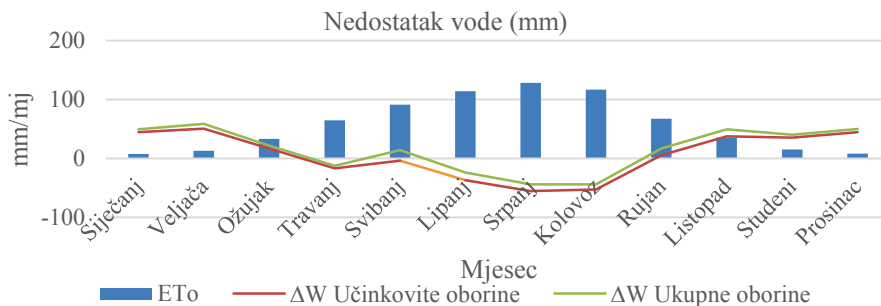


Grafikon 4. Odstupanje godišnje temperature zraka i tijekom razdoblja vegetacije (°C) od višegodišnjeg prosjeka (1981. – 2020.)

Graph 4 Annual and growing period air temperatures (°C) deviation from long-term average (1981 -2020)

Elementi navodnjavanja kukuruza

Prosječna godišnja ETo tijekom promatranog razdoblja bila je 1,89 mm/dan, ukupne godišnje oborine 869,7 mm, a učinkovite oborine 763,6 mm. Tijekom razdoblja vegetacije je prosječna ETo bila 3,18 mm/dan, ukupne oborine 404 mm, a učinkovite oborine 349,3 mm. Rezultati su prikazani za ukupne i učinkovite oborine. Tijekom godine javlja se nedostatak vode od 68,76 mm (učinkovite oborine), odnosno 174,86 mm (ukupne oborine) te tijekom razdoblja vegetacije 165,4 mm ako je analizirana učinkovita oborina te 111,1 mm ako je analizirana ukupna oborina (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Prosječna ETo (mm/mj) i nedostatak vode (2011. – 2020.)

Graph 5 Average ETo (mm/month) and lack of water (2011 – 2020)

Za analizu potrebne vode za kukuruz je u radu korišten hibrid FAO skupine 600 s rokom sjetve 24. travanj. Potreba za navodnjavanjem kukuruza u sušnoj i prosječnoj godini je prikazana Tablicom 1. Učinkovitost navodnjavanja je navedena za sustav za navodnjavanje kišenjem (70 %). Tijekom sušne godine je norma navodnjavanja 267,6 mm. Učinkovitost oborine je 98,6 %, a gubitak oborine je 3,2 mm. Nedostatak vode u tlu u vrijeme sjetve, odnosno klijanja i nicanja je 7,8 mm uz smanjenje prinosa od 1,75 %. U prosječnoj godini je norma navodnjavanja 132,3 mm, učinkovitost oborine je 89,8 %, a gubitak oborine je 47,7 mm bez smanjenja prinosa.

Tablica 1. ETc (mm/mj) kukuruza, učinkovite oborine (mm) i norma navodnjavana u sušnoj i prosječnoj godini na području Orahovice

Table 1 ETc (mm/month), effective rainfall (mm) and net irrigation rate for dry and average year in Orahovica

Mjesec	ETc (mm /mj)		Učinkovite oborine (mm)		Norma navodnjavanja ΔW (mm /mj)	
	Sušna godina	Prosječna godina	Sušna godina	Prosječna godina	Sušna godina	Prosječna godina
Travanj	19,0	21,2	15,5	6,30	3,5	14,9
Svibanj	104,9	99,9	56,5	64,2	48,6	35,7
Lipanj	120,4	107,7	54,5	59,5	65,9	48,2
Srpanj	124,8	120,6	64,6	87,1	60,0	33,5
Kolovoz	101,8	105,7	11,2	119,7	89,6	-
Rujan	11,4	9,6	12,4	53,8	-	-
Ukupno	482,3	498,1	214,8	390,6	267,6	132,3

U uvjetima postrne sjetve kukuruza nema potrebe za navodnjavanjem u klimatski prosječnoj godini dok je tijekom sušne godine norma navodnjavanja nešto manja od 100 mm.

Tablica 2. ETc (mm/mj) kukuruza, učinkovite oborine (mm) i nedostatak vode u sušnoj i prosječnoj godini na području Orahovice za postrnu sjetvu

Table 2 ETc (mm/month), effective rainfall (mm) and water shortage during dry and average year in Orahovica in post-sowing

Mjesec	ETc (mm /mj)		Učinkovite oborine (mm)		Norma navodnjavanja ΔW (mm /mj)	
	Sušna godina	Prosječna godina	Sušna godina	Prosječna godina	Sušna godina	Prosječna godina
Lipanj	25,7	21,0	29,5	41,6	-	-
Srpanj	89,4	78,5	64,6	62,9	24,8	18,7
Kolovoz	90,8	76,8	11,2	65,5	79,6	11,4
Rujan	14,1	12,7	15,8	27,5	-	1,3
Ukupno	220,0	189,6	121,1	197,4	98,9	7,8

Na osnovi analiza tla (volumna gustoća = 1,54 g cm⁻³, Pvk = 29,5 % mas.), dubine vlaženja (30 cm) te tehničkog minimuma za ratarske kulture (60 % Pvk), određen je obrok navodnjavanja od 40 mm. Neto hidromodul u redovnoj sjetvi kukuruza za prosječnu godinu je 0,34 l/s/ha, a za sušnu godinu 0,43 l/s/ha.

Količina oborine od 800 – 900 mm će se na promatranom području pojaviti najčešće, odnosno svake dvije do tri godine (Tablica 3.). Najmanja količina oborine (487,3 mm) zabilježena je 2011. godine, a pojavila se u 5 % slučajeva (Tablica 4.).

Tablica 3. Povratno razdoblje godišnjih suma oborina (2011. 2020.)

Table 3 Annual rainfall return periods (2011 -2020)

Razred	mm	n	Povratno razdoblje (P)
1.	401 - 500	1	10
2.	701 - 800	2	5
3.	801 - 900	4	2,5
4.	901 - 1000	1	10
5.	1001 - 1100	2	5

Tablica 4. Vjerojatnost pojave godišnje količine oborine (2011. – 2020)

Table 4 Annual rainfall probability analysis (2011 – 2020)

Godina	mm	Fa	%
2011.	487,3	0,05	5
2012.	736,7	0,15	15
2013.	916,0	0,05	5
2014.	1042,4	0,15	15
2015.	866,7	0,35	35
2016.	1076,8	0,15	15
2017.	842,0	0,35	35
2018.	768,4	0,15	15
2019.	841,2	0,35	35
2020.	801,4	0,35	35

ZAKLJUČAK

Analizom klimatoloških podataka za područje Orahovice u razdoblju od 2011. do 2020. godine utvrđena je potreba za navodnjavanjem kukuruza. U prosječnim godinama norma navodnjavanja iznosi 132 mm, dok je u sušnim godinama znatno veća i iznosi 268 mm. Budući da je kukuruz kultura koja se na našem području može uzgajati postrno, analizirani su podaci desetogodišnjeg razdoblja koji se odnose na razdoblje trajanja vegetacije kod postrne sjetve. U klimatski prosječnim godinama nema potrebe za navodnjavanjem kukuruza u postrnoj sjetvi (8 mm), dok u sušnim godinama norma navodnjavanja iznosi 98,9 mm. Pregledom rezultata utvrđeno je da na području Orahovice postoji potreba za navodnjavanjem kukuruza i u klimatski prosječnim te u sušnim godinama. Što se tiče postrne sjetve kukuruza, potreba za navodnjavanjem kukuruza je samo u sušnim godinama.

POPIS LITERATURE

1. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998.): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.
2. Aslam, M., Maqbool, M. A., Cengiz, R. (2015.): Drought stress in maize (*Zea mays* L.): Effects, resistance mechanisms, global achievements and biological strategies for improvement. Springer.
3. Barutçular, C., Dizlek, H., El-Sabagh, A., Sahin, T., EL-Sabagh, M., Islam, M. S. (2016.): Nutritional quality of maize in response to drought stress during grain-filling stages in Mediterranean climate condition. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 4: 644-652.
4. Brakensiek, D. L., Osborn, H. B., Rawls, W. J. (1979.): Field manual for research in agricultural hydrology. United States. Dept. of Agriculture. Agriculture handbook; no. 224.
5. Cavero, J., Medina, E. T., Puig, M., Martínez-Cob, A. (2009.): Sprinkler irrigation changes maize canopy microclimate and crop water status, transpiration, and temperature. *Agronomy Journal*, 101(4): 854-864.
6. Čavlek, E. (1992.): Osnove hidrologije. Geodetski fakultet sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

7. Çakir R. (2004.): Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89: 1–16.
8. Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P. (2016.): Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. *Plos one*, 11 (5).
9. Državni hidrometeorološki zavod, DHMZ (2010.-2020.): Klimatološki podaci. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci¶m. Datum pristupa stranici: 13. prosinca 2022.
10. Državni zavod za statistiku, DZS (2021.): Biljna proizvodnja. Dostupno na: https://web.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px_language=hr&px_type=PX&px_db=P oljoprivreda. Datum pristupa stranici: 16. prosinca 2022.
11. Food and agriculture organisation, FAO (2009.): CROPWAT 8.0, Rome, Italy.
12. Hrgović, S. (2007.): Osnove agrotehnike proizvodnje kukuruza (*Zea mays*). *Glasnik zaštite bilja*, 30 (3).
13. Madjar, S., Šoštarić, J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
14. Marković, M., Krizmanić, G., Brkić, A., Atilgan, A., Japundžić-Palenkić, B., Petrović, D., Barač, Ž. (2021.): Sustainable Management of Water Resources in Supplementary Irrigation Management. *Applied Sciences*, 11(6): 2451.
15. Marković, M., Šoštarić, J., Josipović, M., Barač, Ž. (2017.): Učinkovitost sustava za navodnjavanje kukuruza (*Zea mays* L.) ovisno o različitim vremenskim uvjetima, normi navodnjavanja i N gnojidbi. *Glasnik zaštite bilja*, 40(4): 60-70.
16. Monteiro, A.F.M., Martins, F.B., Torres, R.R., Marrafon de Almeida, V.H., Abreu, M.C., Mattos, E.V. (2021.): Intercomparison and uncertainty assessment of methods for estimating evapotranspiration using a high-resolution gridded weather dataset over Brasil. *Theoretical and Applied Climatology*, 146: 583-597.
17. Nistor, M., M., Satyanaga, A., Dezsi, S., Haidu, I. (2022.): European grid dataset of actual evapotranspiration, water availability and effective precipitation. *Atmosphere*, 13 (5): 772.
18. Škorić, A. (1982.): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti. Zagreb.
19. Tomić, F. (1988.): Navodnjavanje. Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske i Fakultet poljoprivrednih znanosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Adresa autora - Author's address:

Antonija Kojić, e-mail: akojic@fazos.hr,
Željko Barač, e-mail: zeljko.barac@fazos.hr,
Irena Rapčan, e-mail: irena.rapcan@fazos.hr,
Kristijan Bičanić, e-mail: kbicanic@fazos.hr,
Monika Marković, e-mail: monika.markovic@fazos.hr,
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Primljeno – Received

25.01.2023.

Marko Josipović, e-mail: marko.josipovic@poljinohr.hr,
Poljoprivredni institut Osijek
Južno predgrađe 1, 31000 Osijek

Božica Japundžić Palenkić, e-mail: bjpalenkic@unisb.hr
Sveučilište u Slavanskom Brodu
Odjel za poljoprivredu
Trg Ivane Brlić Mažuranić 2, 35000 Slavonski Brod

