

AGRONOMSKI GLASNIK 4/2007.
ISSN 0002-1954

*Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper*

DOZIRANJE VODE KORISTEĆI KOEFICIJENT NAVODNJAVANJA

WATER DOSAGE USING THE COEFFICIENT OF IRRIGATION

I. Šimunić, F. Tomić

SAŽETAK

Cilj istraživanja je bio utvrditi koeficijente navodnjavanja, a zatim koristeći koeficijente odrediti početak navodnjavanja, na temelju izračunavanja svakodnevne evapotranspiracije. Koeficijent navodnjavanja predstavlja potrošnju vode (mm) po jednom stupnju srednje temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$). Trogodišnja istraživanja (1999-2000) provedena su u Međimurju, na kulturama: jabuke, šećerne repe i krumpira i na tipu tla semiglej. Navodnjavanje kultura obavljeno je mini rasprskivačima. Obrok navodnjavanja izračunat je standardnom metodom i iznosio je kod jabuke 47,9 mm, a kod šećerne repe i krumpira 36,0 mm. Koeficijent navodnjavanja izračunat je za dekadno razdoblje na temelju sljedećih podataka: vlažnost tla, oborine, srednje dnevne temperature zraka i količina vode dodane navodnjavanjem.

Prosječni trogodišnji koeficijent navodnjavanja za jabuku se kretao od 0,16 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ u prvoj dekadi svibnja do 0,40 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ u prvoj dekadi kolovoza, za šećernu repu od 0,10 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ u prvoj dekadi svibnja do 0,23 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ u drugoj dekadi srpnja i za krumpir od 0,11 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ u prvoj dekadi svibnja do 0,21 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ u drugoj dekadi srpnja.

Potrošnja vode za pojedini dan može se izračunati množenjem koeficijenta navodnjavanja i srednje dnevne temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$). Kada se zbrajanjem potroši količina vode dodana prethodnim obrokom navodnjavanja, potrebno je ponovno primijeniti navodnjavanje.

Odredene vrijednosti koeficijenta navodnjavanja mogu se koristiti za određivanje početka navodnjavanja i u širem području s istim ili sličnim pedološkim i klimatskim uvjetima.

Ključne riječi: koeficijent navodnjavanja, jabuka, šećerna repa, krumpir

ABSTRACT

The goal of the investigations was to determine the onset of irrigation using the coefficient of irrigation, which is based on the calculation of everyday evapotranspiration. The coefficient of irrigation represents the water consumption (mm) per one degree of mean daily air temperature ($^{\circ}\text{C}$). Three-year investigations (1999-2001) were carried out in Medimurje, on the soil type Calcaric Fluvisol (Anthrosol). Irrigation was applied by means of mini sprinklers. Irrigation rate was calculated by the standard method and amounted to 47.9 mm apple, 36.0 mm for sugarbeet and potato. The coefficient of irrigation was estimated for ten-day periods (decades) according to the data on: soil moisture, precipitation, mean daily air temperature and the amount of water added with irrigation.

The average three-year coefficient of irrigation ranged for apple from 0.16 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ in the first decade of May to 0.40 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ in the first decade of August, sugarbeet from 0.10 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ in the first decade of May to 0.23 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ in the second decade of August and for potato from 0.11 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ in the first decade of May to 0.21 $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ in the second decade of July. Water consumption for a particular day is calculated by multiplying the coefficient of irrigation by the mean daily air temperature ($^{\circ}\text{C}$). When, in adding up the consumption of water per days, the previously added irrigation rate is spent, irrigation should be applied again.

This practical procedure of determining the onset of irrigation can also be applied in crop production also in a wider area with equal or similar pedological and climatic conditions.

Keywords: coefficient of irrigation, apple, sugarbeet, potato

UVOD

Suše se u Hrvatskoj pojavljuju svake treće do pete godine (Mađar i sur., 1988), a ovisno o intenzitetu i dužini trajanja mogu smanjiti urod i do 90%. Smanjenje prinosa uzgajanih kultura bez navodnjavanja, može i u prosječnim klimatskim uvjetima iznositi do 60%, ovisno o kulturi, tipu tla i podneblju (Romić i sur., 2005). Sušne godine u zadnjem razdoblju dovode u krizu klasično bilinogojstvo i nužno je tražiti izlaz u navodnjavanju (Tomić i sur., 1989; Šimunić, 2006). Na isti problem «globalno zatopljenje» upućuje i Stanciu

(2004). Na drugoj strani Hrvatska je bogata prirodnim resursima tlima pogodnima za navodnjavanje (Vidaček, 1981; Tomić i sur., 2007) i dovoljnom količinom kvalitetne vode za navodnjavanje (Kos, 2004).

Temeljna zadaća navodnjavanja je održavanje optimalne vlažnosti tla tijekom vegetacijskog razdoblja a najbolji se prinosi postižu kada je najpovoljniji odnos zraka i vode u tlu (Beltrão et al., 1996). Za održavanje optimalne vlažnosti tla, potrebno je znati pravilno dozirati vodu u praksi navodnjavanja. Učinkovito navodnjavanje zahtijeva poznavanje zalihe vode u tlu i kapaciteta tla za vodu (Gerakis and Zalidis, 1998). Raspored navodnjavanja temelji se na pristupačnoj vodi u tlu (Vučić, 1976). Unutar doziranja vode temeljna su dva elementa: obrok navodnjavanja i trenutak početka navodnjavanja (Tomić, 1988). Obrok navodnjavanja je dio manjka vode tijekom vegetacijskog razdoblja ili dio ukupne norme navodnjavanja. Obrok navodnjavanja potrebno je izračunati prije početka navodnjavanja, a isti može se izračunati pomoću formule:

$$O = 10 \cdot d \cdot \varphi_v (PK_v - LK_v) \text{ (mm)}$$

O = obrok navodnjavanja u mm,

d = dubina vlaženja tla u m,

φ_v = gustoća volumena tla (do dubine vlaženja) u g/cm^3 ,

PK_v = poljski kapacitet tla za vodu (do dubine vlaženja) u % mase,

LK_v = lentokapilarna vlažnost tla (do dubine vlaženja) u % mase

Trenutak početka navodnjavanja jedan je od najznačajnijih elemenata u praktičnoj primjeni navodnjavanja. U praksi se trenutak početka navodnjavanja određuje na nekoliko načina, a jedan od načina je obračunavanjem svakodnevne evapotranspiracije, što je ustvari bilanciranje vode u tlu, na temelju ukupnog priljeva vode i ukupnog utroška vode tijekom vegetacijskog razdoblja. Bilanciranje vode može se obavljati na nekoliko načina, a jedan od načina je i koeficijentom navodnjavanja. Ova se metoda temelji na odnosu ukupno utrošene vode i zbroja srednjih dnevnih temperatura zraka. Najčešće se određuje po dekadama.

MATERIJAL I METODE RADA

Trogodišnja istraživanja (1999-2001) provedena su u Međimurju (područje uz Dravu), na kulturama jabuke, šećerne repe i krumpira. Istraživana površina pod nasadom jabuka bila je veličine oko 4,0 ha, a kod šećerne repe i krumpira oko 5, 0 ha. Tip tla je: aluvijalno, karbonatno, oglejeno, plitko do duboko, ilovasto i pjeskovito (Vidaček, 1982). Navodnjavanje istraživanih kultura obavljeno je mini rasprskivačima. Koeficijent navodnjavanja određivao se dekadno, u razdoblju od 1. svibnja do 31. kolovoza.

Za zračunavanje koeficijenta navodnjavanja (po dekadama) bilo je potrebno pratiti sljedeće podatke: vlažnost tla (do dubine navodnjavanja), količinu oborina, srednju dnevnu temperaturu zraka i količinu vode koja se dodala navodnjavanjem. Vlažnost tla određivala se gravimetrijskom metodom. Uzorci tla uzimani su na dubini 0-40 cm (kod jabuke), odnosno 0-30 cm (kod šećerne repe i krumpira) u tri ponavljanja. Nakon toga izračunala se trenutačna vlažnost tla (T_v u % mase) i uspoređivala s vrijednosti lentokapilarne vlažnosti tla (LK_v u % mase). U trenutku kad se vrijednost trenutačne vlažnosti približila ili izjednačila s vrijednosti lentokapilarne vlažnosti počelo se navodnjavanjem. Potrebni klimatski podaci (oborine i temperatura zraka) dobiveni su od meteorološke postaje Nedelišće. Obradom navedenih podataka koeficijent navodnjavanja izračunao se prema formuli:

$$Kn = \frac{(Vt_1 - Vt_2) + O + N}{\sum St}$$

Kn = Koeficijent navodnjavanja, koji predstavlja prosječnu količinu utrošenu vode u $mm/^\circ C$ srednje dnevne temperature;

Vt_1 = Vlažnost tla na početku dekada, do dubine vlaženja u mm;

Vt_2 = Vlažnost tla na kraju dekada, do dubine vlaženja u mm;

O = Ukupne oborine koje su pale u dekadi u mm;

N = Količina vode koja je dodana navodnjavanjem u dekadi mm;

$\sum St$ = suma srednjih dnevnih temperatura za odgovarajuću dekadu.

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati obroka navodnjavanja za jabuku, odnosno šećernu repu i krumpir prikazani su u formulama, a rezultat su dubine navodnjavanja (dubine zakorjenjavanja kultura) i fizikalnih značajki tla.

$$O=10 \cdot 0.4 \cdot 1.41(21.3-12.8)$$

$$O=47.9 \text{ mm}$$

$$O=10 \cdot 0.3 \cdot 1.41 (21.3-12.8)$$

$$O=36.0 \text{ mm}$$

Rezultati trogodišnjih istraživanja koeficijenta navodnjavanja za istraživane kulture prikazani su na tablicama 1, 2 i 3.

Tablica 1. Koeficijenti navodnjavanja za uzgajanu kulturu jabuku
Table 1. Coefficient of irrigation for the crop grown apple

Mjesec	Dekada	Koficijent navodnjavanja	
		mm/1 °C	m ³ /ha/1 °C
Svibanj	1	0,16	1,6
	2	0,17	1,7
	3	0,17	1,7
Lipanj	1	0,18	1,8
	2	0,21	2,1
	3	0,27	2,7
Srpanj	1	0,34	3,4
	2	0,34	3,4
	3	0,37	3,7
Kolovoz	1	0,40	4,0
	2	0,35	3,5
	3	0,25	2,5
Prosjek		0,27	2,7

Na tablicama je razvidno da su najniže vrijednosti koeficijenata navodnjavanja kod svih istraživanih kultura zabilježeni u prvoj dekadi svibnja, dok su najviše vrijednosti utvrđene u prvoj dekadi kolovoza kod jabuke, odnosno u drugoj dekadi srpnja kod šećerne repe i krumpira, što je u povezanosti s povećanom potrošnjom vode (evapotranspiracijom) i srednjom dnevnom temperaturom zraka. Prosječna vrijednost koeficijenta navodnjavanja za jabuku (0,27 mm/ °C), šećernu repu (0,15 mm/ °C) i krumpir (0,17 mm/ °C) je u podudarnosti s istraživanjima Vučića (1976) i Vučića i Jocića (1970) na području Vojvodine (0,15 mm/ °C za kukuruz), dok su vrijednosti niže u odnosu na koeficijente navodnjavanja istih ili sličnih kultura utvrđene u Bugarskoj i bivšoj SSSR (0,33-0,46 mm/ °C).

Tablica 2. Koeficijenti navodnjavanja za uzgajanu kulturu šećernu repu
Table 2. Coefficient of irrigation for the crop grown sugarbeet

Mjesec	Dekada	Koficijent navodnjavanja	
		mm/1 °C	m ³ /ha/1 °C
Svibanj	1	0,10	1,0
	2	0,12	1,2
	3	0,12	1,2
Lipanj	1	0,13	1,3
	2	0,15	1,5
	3	0,16	1,6
Srpanj	1	0,19	1,9
	2	0,23	2,3
	3	0,20	2,0
Kolovoz	1	0,16	1,6
	2	0,15	1,5
	3	0,14	1,4
Prosjek		0,15	1,5

Tablica 3. Koeficijenti navodnjavanja za uzgajanu kulturu krumpir
Table 3. Coefficient of irrigation for the crop grown potato

Mjesec	Dekada	Koficijent navodnjavanja	
		mm/1 °C	m ³ /ha/1 °C
Svibanj	1	0,11	1,1
	2	0,13	1,3
	3	0,14	1,4
Lipanj	1	0,16	1,6
	2	0,19	1,9
	3	0,19	1,9
Srpanj	1	0,20	2,0
	2	0,21	2,1
	3	0,19	1,9
Kolovoz	1	0,17	1,7
	2	0,15	1,5
	3	0,15	1,5
Prosjek		0,17	1,7

Na temelju svakodnevnog utroška vode moguće je utvrditi kada će se utrošiti postojeća zaliha vode u tlu, odnosno trenutak kada treba početi sa sljedećim navodnjavanjem (unaprijed izračunatim obrokom navodnjavanja).

ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja koeficijenta navodnjavanja za kulture:jabuku, šećernu repu i krumpir na području Donjeg Međimurja, može se zaključiti sljedeće:

1. Utvrđeni su različiti koeficijenti navodnjavanja kako po dekadama kod iste kulture, tako i između kultura.
2. Najmanje vrijednosti koeficijenta navodnjavanja utvrđene su u prvoj dekadi svibnja, a najveće u drugoj dekadi srpnja kod šećerne repe i krumpira, odnosno u prvoj dekadi kolovoza kod jabuke.
3. Dnevna potrošnja vode (evapotranspiracija) može se izračunati tako da se koeficijent navodnjavanja (u određenoj dekadi) množi sa srednjom dnevnom temperaturom zraka (°C).
4. Kada se zbrajanjem potroši količina vode u tlu izračunata obrokom navodnjavanja, kreće se sa novim obrokom navodnjavanja.
5. Ovaj postupak određivanja početka navodnjavanja može se primijeniti i u uzgoju istraživanih kultura i na širem području s jednakim ili sličnim pedološkim i klimatskim uvjetima.

LITERATURA

- Alpatev, S. M.** (1966): Vožrastanie izmenenija isparenija u rasteni i polivnoi režim. Biologčeskie osnovi orošaemogo zemledelija, Moskva.
- Beltrão, J., Antunes da Silva, A., Asher, J.B.** (1996): Modeling the effect of capillary water rise in corn yield in Portugal. Irrigation and Drainage Systems, 10: 179-186.
- Gerakis, A., Zalidis, G.** (1998): Estimating field-measured, plant extractable water from soil properties: beyond statistical models. Irrigation and Drainage Systems, 12: 311-322.

- Kos, Z.** (2004): Hrvatska i navodnjavanje. Hrvatska vodoprivreda, 142: 30-41, Zagreb.
- Mađar, S., Jasna Šoštarić, Tomić, F., Marušić, J.** (1998): Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu Istočne Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem: Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, str. 127-135, Zagreb.
- Romić, D., Marušić, J., Tomić, F.** (2005): Nacionalni project navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u republici Hrvatskoj. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Stanciu, P.** (2004): Drought in 2003 on the Danube River and on the internal rivers in Romania. XXII Conference of Danubian countries on Hydrological forecasting and Hydrological bases of water management. Conference abstracts, 2001-2002, Brno.
- Šimunić, I., Ankica Senta, Tomić, F.** (2006): Potreba i mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih kultura u sjevernom dijelu Republike Hrvatske. Agronomski glasnik 68 (1): 13-29.
- Tomić, F.** (1988): Navodnjavanje. Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Hrvatske i Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, p.154.
- Tomić, F., Mađar, S.** (1989): Stanje i perspektive navodnjavanja u Hrvatskoj. Vodoprivreda, 21, br.3-4, Beograd.
- Tomić, F., Romić, D., Mađar, S.** (2007): Stanje i perspektive melioracijskih mjera u Hrvatskoj. Zbornik radova znanstvenog skupa: Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora-s težištem na Nacionalni projekt navodnjavanja. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti-Razred za prirodne znanosti i Razred za tehničke znanosti, str. 7-20, Zagreb.
- Vidaček, Ž.** (1981): Procjena proizvodnog prostora i prikladnosti tla za natapanje u Istočnoj Slavoniji i Baranji. Poljoprivredna znanstvena smotra, 57: 471-502.

- Vidaček, Ž.** (1982): OPK Hrvatske, list Čakovec 1. Projektni savjet za izradu pedološke karte Hrvatske, Zagreb.
- Vučić, N., Jocić, B.** (1970): Prilog određivanju vremena zalijevanja kukuruza za osnovu svakodnevnog obračuna utroška vodeevapotranspiracijom. Arhiv za poljoprivredne nauke, Sv. 80, Beograd.
- Vučić, N.** (1976): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Adresa autora - Author's address: **Primljeno – Received:** 05.07.2007.
prof. dr. sc. Ivan Šimunić,
prof. dr. sc. Franjo Tomić

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

