

## NEDOSTACI VODE I NJIHOV UTJECAJ NA PRINOS KUKURUZA U 1993. I 1994. GODINI NA PODRUČJU VINKOVACA

### WATER DEFFICIT AND THEIR INFLUENCE ON CORN YIELD IN 1993 AND 1994 IN VINKOVCI AREA

M. Jurišić, Ž. Vidaček

#### SAŽETAK

Određen je vodni režim i režim vlažnosti lesiviranog semiglejnog hidro-melioriranog tla u dvije godine istraživanja na području Vinkovaca. Mjeren je sadržaj trenutačne vlage tla, dekadno, tijekom vegetacije u sloju 0-30 i 30-60 cm u porušenom stanju uzorka i pomoću metalnih cilindara po Kopeckom, a pri njihovoj usporedbi (kalibraciji) dobivena je zadovoljavajuća podudarnost u oraničnom i podoraničnom sloju, izražena visokim koeficijentima korelacije ( $r = 0.947$ ,  $r = 0.862$  u prvoj te  $r = 0.986$  i  $r = 0.933$  u drugoj godini istraživanja), što potvrđuje opravdanost uzimanja uzoraka tla u porušenom stanju uzorka tla pomoću sonde. Sadržaj trenutačne vlage tla koreliran je u odnosu na prinos kukuruza, a najveći nedostaci zaključeni su u srpnju i kolovozu, kada je kukuruz u fazi predmetličanja, metličanja te u fazi formiranja zrna. Ti nedostaci vode najviše su utjecali na smanjenje prinosa zrna koji je u sušnijoj godini uz nedostatak vode tijekom vegetacije od 143 mm (lipanj i srpanj 131.5 mm) u prosjeku iznosio 5.591 t/ha. U drugoj godini istraživanja ukupni nedostaci vode tijekom vegetacije bili su znatno niži i iznosili su 94 mm, ove vrijednosti su znatno manje od vrijednosti dobivenih za višegodišnje razdoblje u ovom području. Tijekom druge godine istraživanja ostvaren je značajno veći prosječni prinos kukuruza od 7.320 t/ha.

*Ključne riječi:* vodni režim tla, režim vlažnosti, kalibracija metoda, hidrološki proračun, evapotranspiracija (ET<sub>o</sub>/ET<sub>k</sub>), vodni deficit, prinos kukuruza

## ABSTRACT

Water and moisture regime of loessive, semigley and hydromeliorated soil was investigated for two years in the Vinkovci area (eastern Croatia). Instantaneous soil moisture content was measured per decades during vegetation in the layers of 0-30 and 30-60 cm in a demolished sample condition and by means of metal cylinders after Kopecky. When the results were compared (calibrated) satisfactory coincidence was obtained in the field and subfield layer expressed by high correlation coefficients ( $R = 0.947$ ,  $R = 0.862$  in the first and  $R = 0.933$  in the second research year) confirming the justification of soil sampling in demolished soil sample condition by means of earth auger. The instantaneous soil moisture content was compared to maize yield. The highest deficiencies were recorded in July and August when maize is in the pretasseling/ tasseling phase as well as in the grain formation phase. These water deficiencies mostly affected grain yield reduction which in a drier year with water deficiency of 143 mm (June and July 131.5 mm) during vegetation averaged  $5.591 \text{ t/ha}^{-1}$ . In the second research year total water deficiency during vegetation was considerably lower and amounted to 94 mm which is significantly lower than deficiencies obtained in many years' period for this region with significantly higher average maize yield of  $7.320 \text{ t/ha}^{-1}$ .

*Key words:* water soil regime, moisture regime, calibrating methods, hydrological estimate, evapotranspiration ( $ET_o/ET_k$ ), water deficit, maize yield

## UVOD

Rode (1969) razlikuje vodni režim i režim vlažnosti tla. Vodni režim odnosi se na sveukupne pojave premještanja vode u tlu, promjene zaliha vode po dubini profila i razmjena vode između tla i drugih prirodnih tijela. Bilanca vode u tlu predstavlja količinski izraz vodnog režima. Režim vlažnosti prema navedenom autoru predstavlja periodične promjene vlažnosti tla po dubini profila i prema tome samo je jedan od elemenata vodnog režima (Vidaček, 1992).

Prema nekim svjetskim istraživanjima (Christiansen, 1982) samo 10% površina pod biljkama u svijetu svrstava se u kategoriju područja gdje biljke nisu izložene stresnim uvjetima vanjske sredine. Na području provođenja pokusa višegodišnji prosječni deficit vode iznosi za kukurz 231 mm (Vlaketić, 1986).

## MATERIJAL I METODE RADA

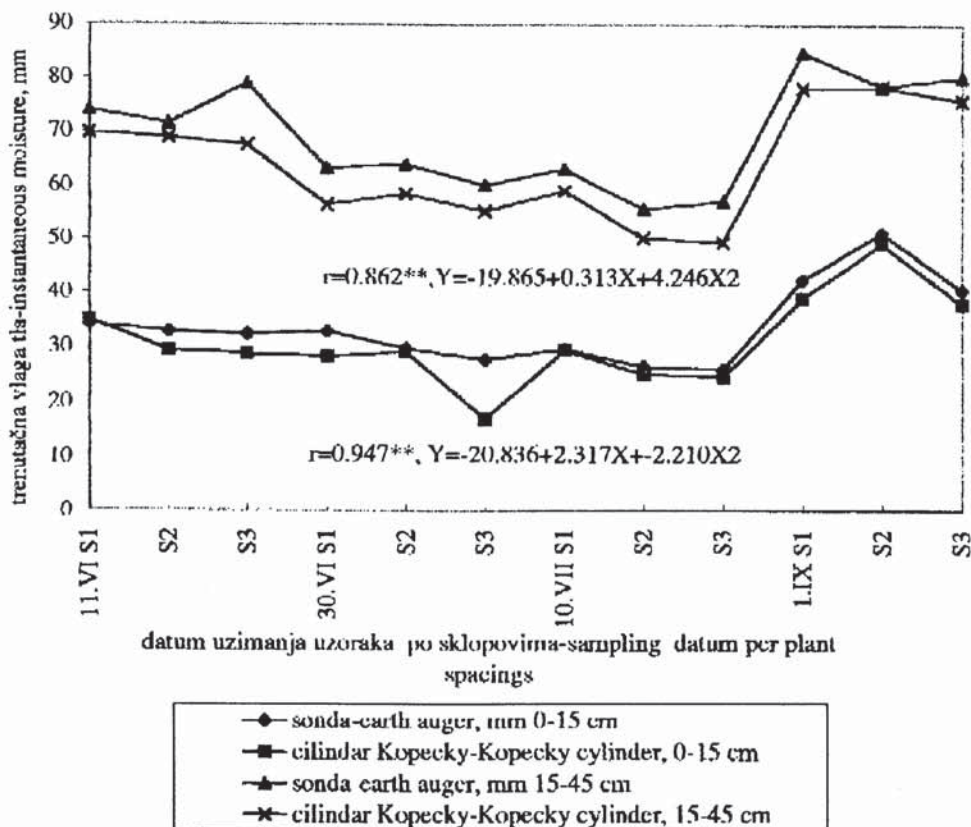
Klimatski pokazatelji potrebni za ovakav proračun praćeni su u Agroklimatološkoj postaji Vinkovci, a obrađeni su na našem odjelu, usporedivo s višegodišnjim razdobljem (četrdeset godina) za ovo područje (Jurišić, 1995).

Za određivanje odnosne evapotranspiracije primijenjena je modificirana metoda po Blaney-Criddeu (FAO 1977., citirano prema Tomiću 1987.).

Sadržaj trenutačne vlage određivan je tijekom dvije godine istraživanja u porušenom uzorku tla pomoću sonde, a usporedno je određivan i u prirodnom uzorku tla pomoću metalnih cilindara po Kopeckom u fazi intenzivnog porasta, metličanju, mliječnoj i voštanoj zriobi. Uzorci su uzimani sa šest mjesta u pojedinom sklopu, na dvije dubine (15 i 45 cm) u dva ponavljanja.

Graf 1 Kalibracija vrijednosti sadržaja trenutačne vlage tla sloja 0-15 i 15-45 cm u porušanim i prirodnim uzorcima tla pri različitim sklopovima u 1993. godini

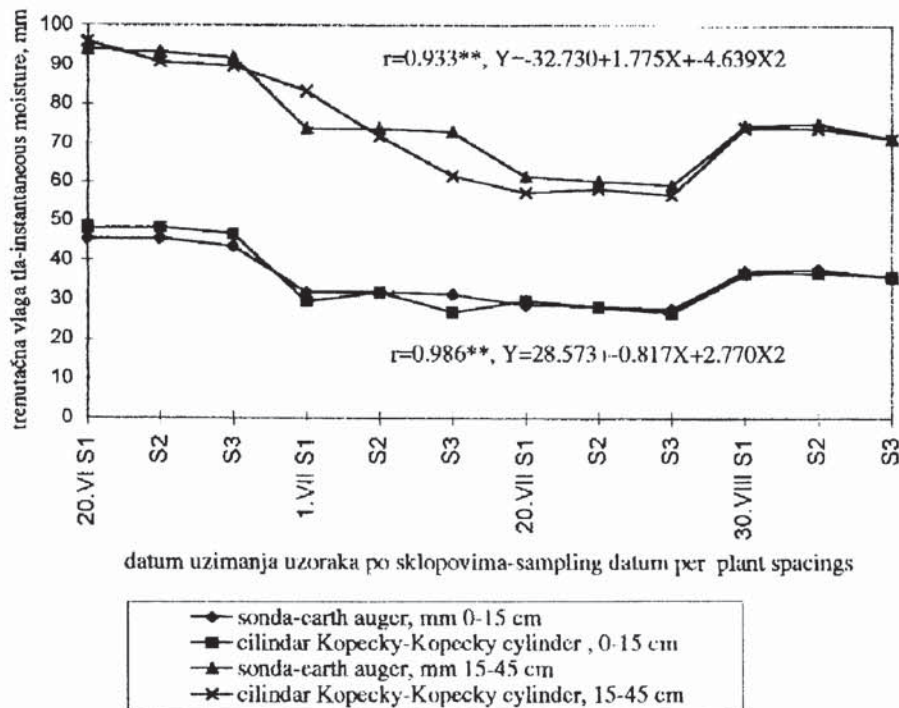
Graph 1 Calibration of content values of instantenous layer soil moisture 0-15 and 15-45 cm in demolished and natural soil samples at different plant spacings in 1993.



Vrijednosti sadržaja trenutačne vlage uzoraka tla u prirodnom stanju (cilindri po Kopeckom), poslužile su za kalibraciju vrijednosti dobivenih iz uzoraka tla u porušenom stanju (pomoću sonde). Komparacija je obavljena na dvije dubine (0-15 i 15-45 cm), a dobivene vrijednosti prikazane su grafikonima 1 i 2.

Graf 2 Kalibracija vrijednosti sadržaja trenutačne vlage tla sloja 0-15 i 15-45 cm u porušenim i prirodnim uzorcima tla u različitim sklopovima kukuruza u 1994. godini

Graph 2 Calibration of content values of instantaneous layer soil moisture 0-15 and 15-45 cm in demolished and natural soil samples in different corn spacings in 1994.



Komparacijom dobivenih vrijednosti prema navedenim metodama dobivena je zadovoljavajuća podudarnost i opravdanost mjerenja trenutačne vlage tla u porušenom stanju. Ovo se posebice odnosi na mjerenja u sloju tla od 0-15 cm (grafikon 1), kada je koeficijent korelacije iznosio  $r = 0.947^{**}$ , uz zavisnost prikazanu kvadratnom jednadžbom regresije,  $Y = -20.836 + 2.317X \pm 2.210 X^2$ .

U sloju tla od 15-45 cm dobivena je također zadovoljavajuća podudarnost s nešto nižim koeficijentom korelacije ( $r = 0.862^{**}$ ) za sva tri sklopa u svim

mjerenjima, a uz zavisnost izraženu kvadratnom regresijskom jednadžbom  $Y = -19.865 + 0.313 X + 4.246 X^2$  (grafikon 1).

Usporedbom dobivenih vrijednosti trenutačne vlage tla ispitivanih slojeva (grafikon 2) u 1994. godini, dobivene su gotovo istovjetne vrijednosti, što se posebno odnosi na sloj tla od 15-45 cm, kada je razina podudarnosti izražena korelacijskim koeficijentom s visokom razinom signifikantnosti ( $P = 1\%$ ),  $r = 0.986^{**}$ , uz kvadratnu jednadžbu regresije  $Y = -28.573 \pm 0.8178 X + 2.770 X^2$ .

Nešto manja podudarnost, statistički također opravdana, dobivena je mjerenjima u sloju tla od 15-45 cm ( $r = 0.933^{**}$ ,  $Y = -32.730 + 1.775 X \pm 4.639 X^2$ ).

Određivanje bilance oborinske vode u tlu provedeno je metodom Palmera (1965.). Za potrebe poljoprivrednih melioracija ili konkretno za procjenu, planiranje i projektiranje odvodnje i navodnjavanja zadovoljava tzv. prva faza Palmerovog postupka ili hidrološki proračun komponenata bilance vode u tlu (Vidaček i Husnjak 1989; Vidaček i suradnici, 1990.).

Za proračun bilance oborinske vode u tlu prema metodi Palmera, upotrijebljen je odgovarajući kompjutorski program (Tanić i Vidaček, 1989.).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati hidrološkog proračuna komponenata bilance vode u tlu (Palmer 1965.) u prvoj godini istraživanja pokazuju da je količina oborina koja je pala tijekom vegetacije bila svega 288 mm, što je za 138 mm manje u odnosu na višegodišnji prosjek za ovo područje (Jurišić, 1995.).

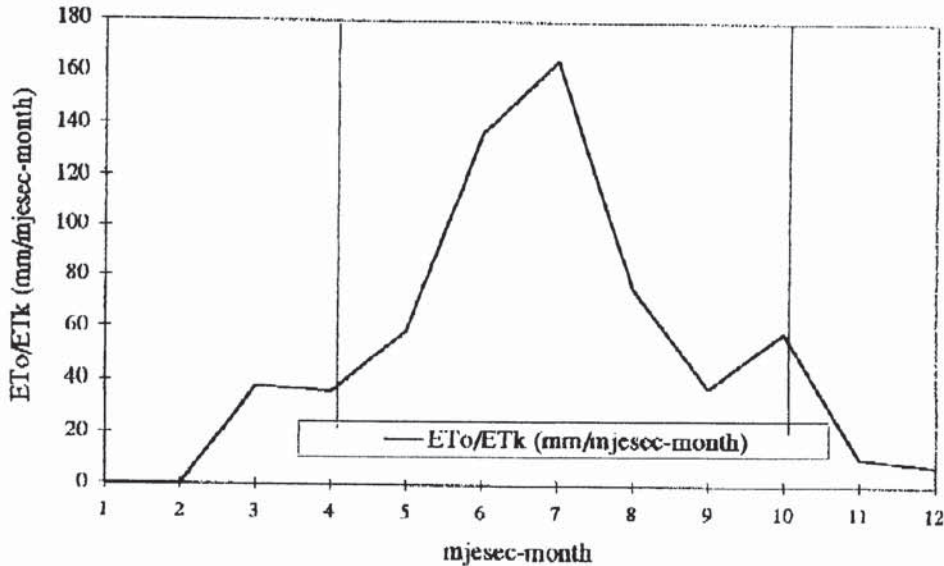
Evapotranspiracija kulture (ETk) ili potrebna voda za vegetacijsko razdoblje iznosila je 511 mm.

Dat je grafički prikaz godišnje (1993.) referentne evapotranspiracije, odnosno evapotranspiracije kulture (grafikon 3).

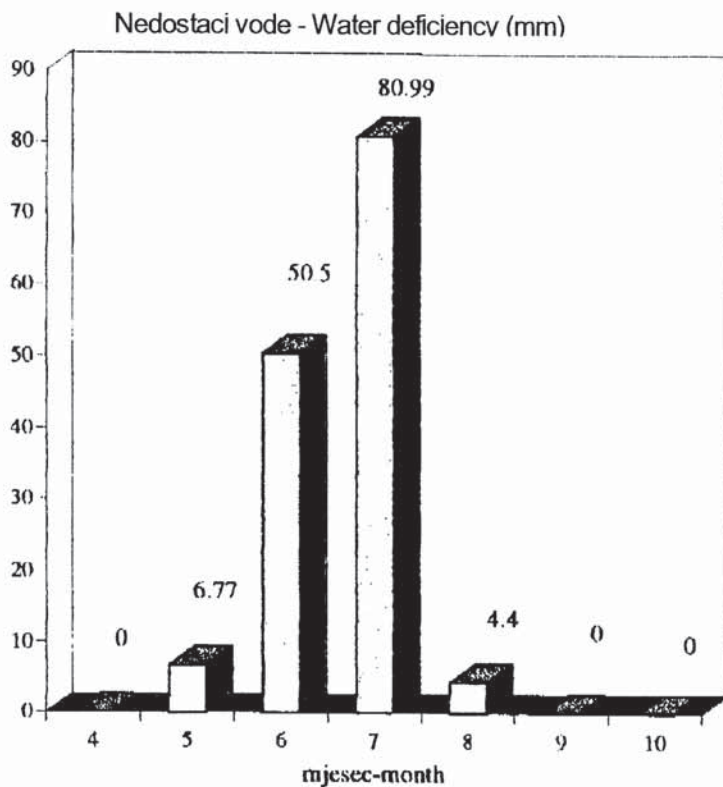
Najveće vrijednosti evapotranspiracije kulture (ETk) bile su izražene tijekom lipnja, srpnja i kolovoza, kada je iznosila za ovo razdoblje ukupno 378 mm, što je za 50% više nego vrijednost  $ET_o + ET_k$  za cijelu godinu (tablica 1).

Najveće dnevne evapotranspiracije bile su u lipnju i srpnju, a iznosile su 5.1 odnosno 4.5 mm/dan. Gubici vode iz površinskog sloja tijekom vegetacije u 1993. godini iznosili su 21 mm, odnosno 81 mm iz potpovršinskog sloja.

Graf 3 Dijagram tijeka proračuna mjesečne ETo/ETk u 1993. godini  
Graph 3 Estimate during ETo/ETk per month in 1993. Y.



Punjenje tla vodom bilo je svega 23 mm, a aktualna evapotranspiracija (AE-potrošnja vode) za cijelo vegetacijsko razdoblje iznosila je 368 mm (tablica 1).



Ukupni nedostaci vode za vegetacijsko razdoblje u 1993. godini prikazani su na grafikonu 4. Najveći nedostatak vode prema hidrološkom proračunu bio je u lipnju i srpnju, kada je nedostajalo čak 131.5 mm, a u fazi rasta i razvoja kukuruza, kada je voda od presudnog značenja za prinos. Dnevni nedostaci vode u lipnju i srpnju iznosili su 1.7 odnosno 2.6 mm/dan.

Graf 4 Nedostaci vode prema hidrološkom proračunu u 1993. godini

Graph 4 Water deficiency after hydrological estimate in 1993 Y.

Tablica 1 Hidrološki proračun 1993. i 1994. prema Palmeru (1965)  
Table 1 Hydrological estimate 1993. and 1994 after Palmer (1965.)

Mje- sec	O mm	ETo/ /ETk mm	G1 mm	G2 mm	Pu mm	OT mm	AE mm	Zaliha FAV			Manjak FAV do ETK- punog kapaciteta AE		
								Z1 mm	Z2 mm	Z=Z1+Z2 mm	mm	%	mm
I	13.5	0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	21.2	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
II	9.5	0	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	21.2	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
III	67.8	38	0.0	0.0	0.0	29.9	37.9	21.2	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
IV	29.6	36	6.5	0.0	0.0	0.0	36.1	14.7	98.7	113.3	6.5	5.45	0.00
V	29.6	59	14.7	7.9	0.0	0.0	52.2	0.0	90.7	90.7	29.1	24.29	6.77
VI	36.4	137	0.0	49.7	0.0	0.0	86.1	0.0	41.1	41.1	78.8	5.73	50.50
VII	60.2	165	0.0	23.4	0.0	0.0	83.6	0.0	17.6	17.6	102.2	85.28	80.99
VIII	71.4	76	0.0	0.5	0.0	0.0	71.9	0.0	17.2	17.2	102.7	85.68	4.40
IX	60.7	38	0.0	0.0	22.7	0.0	38.0	21.2	18.7	39.9	80.0	66.74	0.00
X	32.0	59	21.2	0.6	0.0	0.0	53.8	0.0	18.0	18.0	101.8	84.95	0.00
XI	72.9	11	0.0	0.0	61.4	0.0	11.5	21.2	58.2	79.4	40.4	33.71	0.00
XII	83.8	8	0.0	0.0	40.0	35.3	8.1	21.1	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
God.	567.0	627	42.0	82.0	125.0	88.0	479.0				nedostatak vode		143.00
U veget.	288.0	511	21.0	81.0	23.0	0.0	368.0						143.00
Izvan veget.	279.0	117	21.0	1.0	102.0	88.0	111.0						
I	56.8	5	0.0	0.0	0.0	52.2	4.6	21.2	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
II	47.0	22	0.0	0.0	0.0	25.0	22.0	21.2	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
III	38.2	44	5.3	0.0	0.0	0.0	43.5	15.9	98.7	114.6	5.3	4.42	0.00
IV	36.7	35	0.0	0.0	1.4	0.0	35.3	17.3	98.7	115.9	3.9	3.28	0.00
V	23.4	54	17.3	7.1	0.0	0.0	47.7	0.0	91.6	91.6	28.3	23.57	6.03
VI	140.4	135	0.0	0.0	5.4	0.0	135.0	5.4	91.6	97.0	22.9	10.09	0.00
VII	35.4	175	5.4	67.2	0.0	0.0	107.9	0.0	24.4	24.4	95.4	79.60	67.01
VIII	56.0	80	0.0	3.2	0.0	0.0	59.2	0.0	21.2	21.2	98.6	82.29	20.88
IX	87.5	55	0.0	0.0	33.0	0.0	54.5	21.2	33.0	54.2	65.6	54.76	0.00
X	61.3	47	0.0	0.0	14.5	0.0	46.8	21.2	47.5	68.7	51.1	42.67	0.00
XI	28.0	15	0.0	0.0	13.0	0.0	15.0	21.2	60.5	81.7	38.1	31.82	0.00
XII	47.4	7	0.0	0.0	38.1	2.4	6.9	21.2	98.7	119.9	0.0	0.00	0.00
God.	658.0	672	28.0	77.0	105.0	80.0	579.0				nedostatak vode		94.00
U veget.	379.0	534	23.0	77.0	40.0	0.0	440.0						94.00
Izvan veget.	279.0	139	5.0	0.0	66.0	80.0	139.0						

Tumač kratica:

O = oborine

ETO = evapotranspiracija referentna

G1 = gubitak vode iz površinskog sloja

G2 = gubitak vode iz podpovršinskog sloja

Pu = punjenja tla vodom

ETK = evapotranspiracija kulture

OT = otjecanje vode

AE = aktualna evapotranspiracija

Z1 = zaliha u površinskom sloju

Z2 = zaliha u podpovršinskom sloju

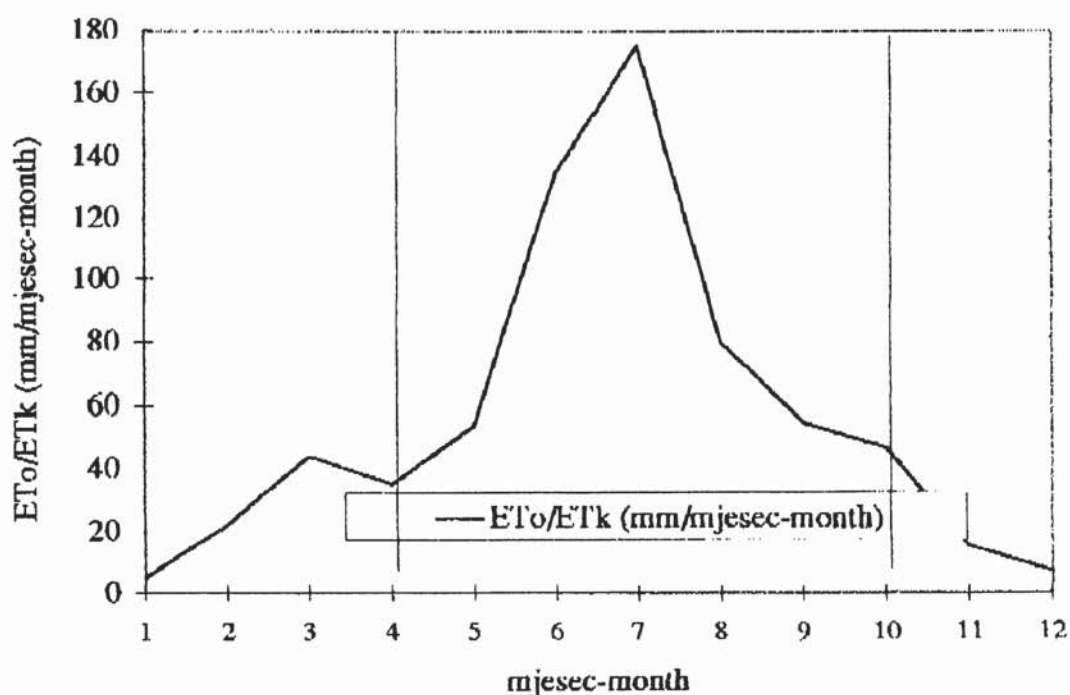
FAV = fiziološki aktivna voda

veget. = vegetacija

U 1994. godini količina oborina tijekom vegetacije iznosila je 379 mm, što je manje za 47 mm nego višegodišnji prosjek, a više za 91 mm u odnosu na prethodnu godinu istraživanja (tablica 1).

Referentna evapotranspiracija, odnosno evapotranspiracija kulture (ET<sub>o</sub>/ET<sub>k</sub>) iznosila je 534 mm. Ove vrijednosti prikazane su grafikonom 5.

Graf 5 Dijagram tijeka proračuna mjesečne ET<sub>o</sub>/ET<sub>k</sub> i 1994. godini  
Graph 5 Estimate during ET<sub>o</sub>/ET<sub>k</sub> per month in 1993 Y.



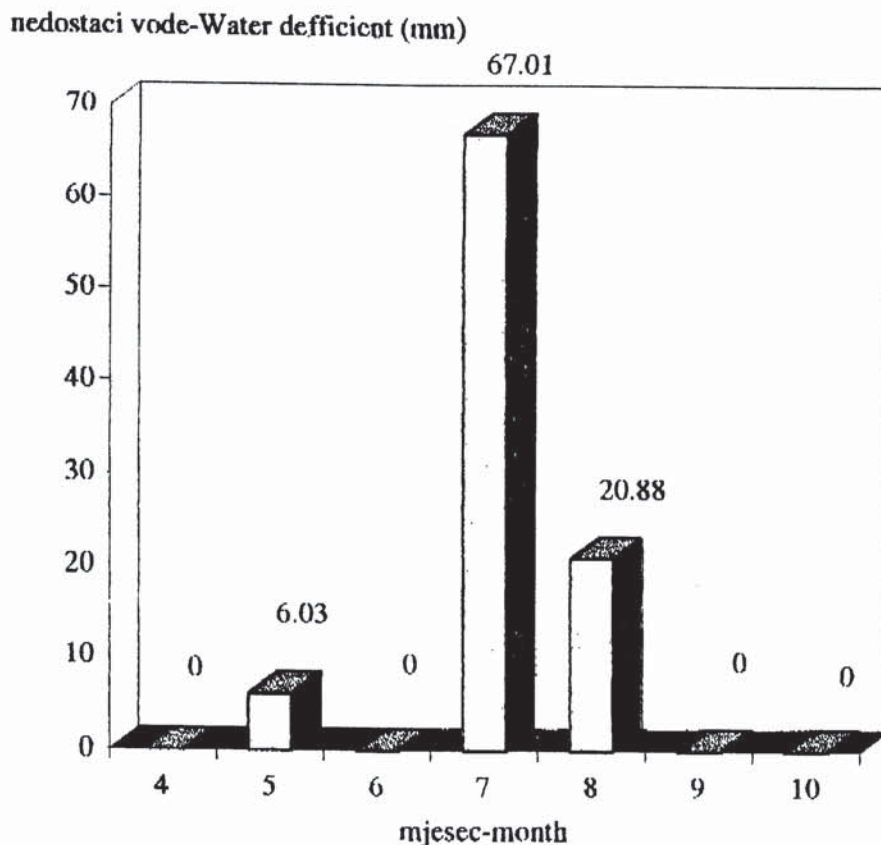
Najveće vrijednosti (ET<sub>o</sub>/ET<sub>k</sub>) u drugoj godini istraživanja bile su evidentne tijekom lipnja, srpnja i kolovoza (390 mm), što predstavlja 73% u odnosu na vrijednosti dobivene za cijelo vegetacijsko razdoblje (tablica 1). U skladu s navedenim, najveće dnevne vrijednosti ET<sub>o</sub>/ET<sub>k</sub> zabilježene su za lipanj i srpanj (4.4 odnosno 5.7 mm/dan).

Gubitak vode iz površinskog sloja tla iznosio je 23 mm. Iz potpovršinskog sloja gubici vode bili su znatno veći i iznosili su 77 mm. Punjenje tla vodom bilo je nešto više nego prethodne godine, a iznosilo je 40 mm. Aktualna evapotranspiracija (AE) iznosila je za vegetacijsko razdoblje 440 mm (tablica 1).

Ukupni nedostatak vode tijekom vegetacije u 1994. godini prikazan je grafikonom 6.



Graf 6 Nedostaci vode prema hidrološkom proračunu u 1994. godini  
Graph 6 Water deficiency after hydrological estimate in 1993 Y.



Druge godine istraživanja najveći nedostaci vode bili su tijekom srpnja i kolovoza, kada je nedostajalo 87.9 mm, te u fazi cvatnje i formiranja zrna kukuruza, kada su potrebe za vodom najveće. Ovaj nedostatak nije se odrazio na prinos kukuruza u takvoj mjeri kao nedostatak vode u prethodnoj godini istraživanja.

Dnevni nedostaci vode prema hidrološkom proračunu tijekom srpnja i kolovoza bili su značajno manji nego prethodne godine, a iznosili su 2.2 odnosno 0.7 mm/dan.

Dat je prikaz odnosa dinamike sadržaja trenutačne vlage tla (sloja 0-30 i 30-60 cm) i prinosa zrna kukuruza.

Iz odnosa sadržaja trenutačne vlage tla po fazama rasta i razvoja kukuruza (sloja 0-30 i 30-60 cm) i prinosa zrna vidljive su određene zakonomjernosti.

U 1993. godini u površinskom sloju tla (0-30 cm) sadržaj trenutačne vlage tla značajno je utjecao na prinos zrna, posebice u fazi 10-15 dana prije metličanja ( $r = 0.993^{**}$ ), metličanju ( $r = 0.994^{**}$ ) te fazama formiranja zrna ( $r = 0.866^*$  i  $r = 0.942^{**}$ ). Nedostaci vlage tla u ovim fazama rasta i razvoja

značajno su utjecali na smanjenje prinosa zrna kukuruza. Nešto manji utjecaj na prinos zrna (razina  $P = 5\%$ ) imao je sadržaj trenutačne vlage tla u fazi nicanja, ranog i intenzivnog porasta kukuruza te svilanja i u fazi formiranja zrna. U ostalim fazama nije bilo značajnog odnosa vrijednosti trenutačne vlage tla i prinosa zrna.

Tablica 2 Odnos dinamike trenutačne vlage tla i prinosa kukuruza po fazama rasta i razvoja prikazan koeficijentima korelacije u 1993. i 1994. godini

Table 2 Relation of instantaneous soil moisture dynamics and corn yield per growth and development phases expressed by correlation coefficient in 1993 and 1994.

Datum Date	Faze razvoja Development phase	1993.		1994.	
		Sloj tla - Soil layer		Sloj tla - Soil layer	
		0-30 cm (r*)	30-60 cm (r)	0-30 cm (r)	30-60 cm (r)
20. IV.- 30. IV.	Sjetva-nicanje Sowing-emergence	0.762*	0.674	0.888*	0.691
10. V.- 10. VI.	3-7 listova 3-7 leaves	0.884*	0.378	0.878*	0.712
10. VI.	7-9 listova - 7-9 leaves	0.853*	0.856*	0.852*	0.681
20. VI.	10-12 listova 10-12 leaves	0.993**	0.627	0.961**	0.962**
30. VI.	Početak metličanja Start tasseling	0.994**	0.996**	0.955**	0.978**
10. VII.	Svilanje - Silking	0.768*	0.755*	0.869*	0.834*
20. VII.	Cvatnja - Blooming	0.660	0.647	0.754	0.734
30. VII.	Formiranje zrna Grain formation	0.866*	0.839*	0.826*	0.852*
10. VIII.	Formiranje zrna Grain formation	0.942**	0.815*	0.949**	0.884*
20. VIII.	Mliječna zrelost Milk maturity	0.848*	0.620	0.964**	0.503
30. VIII.	Voštana zrelost Waxy maturity	0.540	0.579	0.531	0.597
11. IX.	Puna zrelost Full maturity	0.481	0.495	0.520	0.430

\* koeficijent korelacije - correlation coefficient

U potpovršinskom sloju tla (30-60 cm) najveći utjecaj sadržaja trenutačne vlage tla na prinos zabilježen je također u fazi metličanja ( $r = 0.996^*$ ). Nešto manji utjecaj izražen je u fazama od 7-9 listova ( $r = 0.853^*$ ), svilanju ( $r = 0.755^*$ ) te u fazi formiranja zrna ( $r = 0.839^*$  i  $r = 0.815^*$ ).

Znatno veći utjecaj na prinos zrna kukuruza inao je sadržaj trenutačne vlage tla u površinskom sloju, a odnos sadržaja u površinskom i potpovršinskom sloju u 1993. godini određen je također visokim korelacijskim koeficijentom ( $r = 0.923^*$ ).

U drugoj godini provedenih istraživanja sadržaj trenutačne vlage znatno je više utjecao na prinos kukuruza gotovo u svim fazama rasta i razvoja. Poseban utjecaj na prinos također je izražen u fazama predmetličanje i metličanje ( $r = 0.961^{**}$  i  $r = 0.995^{**}$ ) te u fazama formiranja zrna ( $r = 0.949^{**}$ ) i mliječne zrelosti ( $r = 0.964^{**}$ ). Nešto manji utjecaj (na razini  $P = 5\%$ ) na prinos zrna bio je u ostalim fazama, osim u cvatnji, voštanoj i punoj zrelosti, kada koeficijent korelacije nije imao značajnu statističku važnost. U potpovršinskom sloju navedeni odnos bio je znatno slabije izražen, osim u fazi predmetličanje i metličanje ( $r = 0.962^{**}$  i  $r = 0.978^{**}$ ). U svilanju, te fazi formiranja zrna odnos je predstavljen razinom značajnosti  $P = 5\%$ . U svim ostalim fazama nije bilo statističke opravdanosti.

## ZAKLJUČAK

Ukupni nedostatak vode prema hidrološkom proračunu u prvoj godini istraživanja tijekom vegetacije iznosio je 143 mm, a najveći nedostaci vode u lipnju i srpnju od 131.5 mm pri dnevnom manjku 1.68 odnosno 2.61 mm.

Druga godina istraživanja bila je znatno povoljnija za rast i razvoj kukuruza. Ukupni nedostatak iznosio je za vegetacijsko razdoblje 94 mm, a tijekom srpnja i kolovoza nedostajalo je svega 37.9 mm pri dnevnom nedostatku od 2.1 odnosno 0.67 mm/dan.

Svi ovi nedostaci vode tijekom istraživanja bili su najizrazitiji tijekom zadnje dekade lipnja te u srpnju i kolovozu, kada je kukuruz bio u fazi cvatnje i formiranja zrna. Ovi nedostaci odrazili su se u velikoj mjeri na smanjenje prinosa, posebice u prvoj godini istraživanja.

U cjelini odnos sadržaja trenutačne vlage tla i prinosa zrna, predstavljen kroz vrijednosti korelacijskih koeficijenata pokazuje da je sadržaj trenutačne vlage tla najviše utjecao na prinos kukuruza u fazama od 10-15 dana pred metličanje, metličanje te u fazi formiranja zrna.

Najveće potrebe za vodom podudaraju se za srednje kasni hibrid upravo u navedenim fazama, a nedostaci vode u tom razdoblju presudno utječu na smanjenje prinosa zrna, što je u skladu sa spoznajom većine autora za tzv. kritično razdoblje u razvoju kukuruza.

## LITERATURA

- Blaney H.P., Criddle W.D. (1950): Determining water Requirements in irrigated Areas from climatological and irrigation Data. US Department of Agric., Soil Conservation Service, Tehnical Report No. 96.
- Christiansen M.N (1982): World environmental limitations to food and fiber culture. In Breeding Plants for less favourable Environments. Ed. Christianse-Interscience, New York.
- Jurišić M. (1995): Reakcija kukuruza na gnojdbu dušikom i mikroelementima, sklop i režim vlažnosti hidromelioriranog tla. Doktorska disertacija, Osijek.
- Jurišić M., Petrić M., Dadić M. (1991): Utjecaj navodnjavanja na prinos zrna kukuruza u Istočnoj Slavoniji. Agronomski glasnik 1-2/1991, 17-35, Zagreb.
- Palmer W.C. (1965): Meteorological Drought, US Weather Bureau, Tehnical Paper, No. 45., Washington, D.C. US Dep. of commerce.
- Rode A. A. (1969): Osnovi učenja o počvenoj vlage. Tom II., Gidrometeoizdat, Leningrad.
- Tanić S., Vidaček Ž. (1989): Hidrokalk, kompjutorski programski paket za proračun bilance oborinske vode u tlu. FPZ-Institut za Agroekologiju, Zavod za pedologiju, Zagreb.
- Tomić F. (1976): Uređenje vodnog režima tla za uzgoj kukuruza. Simpozij-Uređenje zemljišta, osnov za intenzivnu proizvodnju kukuruza, Osijek.
- Vidaček Ž. (1992): Fizika tla za mehanizatore poljoprivrede. Autorizirana predavanja, Zagreb.
- Vidaček Ž., Bogunović M., Škorić A. (1990): Water Balance Module for Free-Draining Soils of Subhumid Type Agroecological Systems, Poda No. 2., 91-99, Bratislava.
- Vidaček Ž., Husnjak S. (1989) : Hidropedološka osnova projekta za natapanje dijela područja Krnjak. FPZ-Institut za Agroekologiju, Zagreb.
- Vlaktić K. (1986): Utjecaj drenaže na nekim hidromelioriranim tlima u Slavoniji na njihov vodni režim i prinos gajenih kultura, Zagreb.

Adresa autora - *Author's address:*

Primljeno: 30. 01. 1997.

Dr. sc. Mladen Jurišić  
Poljoprivredni fakultet Osijek  
Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek  
031/124-333, fax: 031/128-017  
private: Vij. I. Česmičkog 15  
31000 Osijek, tel. i fax: 031/554-168