

## UBLAŽAVANJE SUŠE PRIMENOM NAVODNJAVANJA U PROIZVODNJI KUKURUZA\*

Mile BOŽIĆ, Goran NIKOLIĆ, Dragiša STEVIĆ, Ljubomir ŽIVOTIĆ, Svetimir DRAGOVIĆ  
Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd

### REZIME

Nizijske površine u Vojvodini, severnom delu Srbije, na kojima je koncentrisana biljna proizvodnja, su pod uticajem nestabilnih, nepredvidivih i promenljivih padavina tokom vegetacionog perioda, naročito od juna do avgusta. U zavisnosti od intenziteta suše, prinosi kukuruza mogu biti smanjeni i do 50 % u odnosu na prinose u uslovima navodnjavanja. U ekstremno sušnim godinama to smanjenje prinosa kod kukuruza može ići i do 80 %.

Na oglednom punktu lociranom na površinama Poljoprivrednog kombinata Beograd (PKB) u jugoistočnom delu Srema u priobalju reke Save ispitivane su posledice suše i efekat navodnjavanja u proizvodnji kukuruza u periodu od 2000 do 2007.

Pomoću automatske meteorološke stanice mereni su klimatski parametri, na osnovu kojih je definisan intenzitet suše i utvrđivano vreme navodnjavanja. Suma padavina u vegetacionom periodu (april-septembar) iznosila je od 200 mm u 2000 godini do 650 mm u 2001. Maksimalne temperature i broj tropskih dana (preko 30°C) značajno se razlikovao po godinama, ali najveći i najduži period bio je u 2007 godini, u kojoj je i bila najoštrija suša.

Zemljište na kojem su vršena ispitivanja pripada tipu humoglej, sa više od 40% čestica gline, prosečne plodnosti i nepovoljnih vodno-fizičkih svojstava.

Sistem za navodnjavanje zahvata oko 600 ha i koristi opremu za navodnjavanje kišenjem.. Kukuruz se u sistemu gaji na oko 20% površina. Voda za navodnjavanje se koristi iz glavnog kanala za odvodnjavanje i srednjeg je kvaliteta. Vreme navodnjavanja određivano je na osnovu vodnog bilansa zemljišta, koji je obračunavan korišćenjem modela napravljenog na osnovu FAO 56 IDP.

U ispitivanom periodu suša je bila izražena u 2000, 2002, 2003 i 2007 godini sa različitim intenzitetom i u različitim delovima vegetacionog perioda. Suma padavina u vegetacionom periodu iznosila je oko 50% ili manje od potreba kukuruza za vodom. Iz tog razloga, da bi se podmirile potrebe kukuruza za vodom primenjivano je navodnjavanje, kada je godišnje dodavano od 80 do 160 mm vode, u zavisnosti od intenziteta suše.

Maksimalan broj dana u kojima je kukuruz bio u vodnom stresu u uslovima bez navodnjavanja iznosio je od 85 dana u 2007 do 63 u 2000 godini u kojima su navodnjavanjem date i najveće količine vode.

Prinos kukuruza bez navodnjavanja iznosio je po godinama od 3.42 do 6.21 t/ha u zavisnosti od intenziteta suše. Navodnjavanjem je prinos povećan do 40% u odnosu na uslove bez navodnjavanja.

**Ključne reči:** Kukuruz, vodni stres, dnevni vodni bilans, navodnjavanja, prinos, vodni stres

### 1 UVOD

Problem globalnog zagrevanja planete, po ozbiljnosti posledica koje donosi naročito u sektoru poljoprivrede, nameće potrebu iznalaženja odgovarajućih rešenja, kojima bi se u budućnosti obezbedila dovoljna proizvodnje kvalitetne hrane, u značajno izmenjenim klimatskim uslovima (očekivani porast temperatura i smanjenje padavina, na godišnjem nivou, a posebno u vegetacionom periodu). Savremeni pristup u rešavanju problema suša podrazumeva primenu računskih modela i potrebne opreme za registrovanje relevantnih parametara za primenu navodnjavanja. Više se ne postavlja pitanje opravdanosti navodnjavanja, već pitanje što racionalnijeg iskorišćenja vode u svrhe navodnjavanja, budući da ona sve više postaje dobro od strateškog značaja.

\* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410049 - Upravljanje vodno-sonim režimom zemljišta u uslovima navodnjavanja

Uspešno upravljanje navodnjavanjem je teško ostvarljivo, i u uslovima najmodernije organizovane poljoprivredne proizvodnje. Navodnjavanje nije meliorativna mera sama po sebi, već mera koja obezbeđuje uvećanu dobit. Stoga, kao takva, predstavlja značajna komponentu poljoprivredne proizvodnje, u nekim slučajevima esencijalnu.

U sagledavanju rizika od suša i ublažavanja posledica suše primenom navodnjavanja postavljaju se pitanja:

- ⇒ Kolike su potrebe biljaka za vodom tokom godina, da li se one mogu predvideti, i koji se problemi javljaju u ekstremnim sušama u sezonama?
- ⇒ Da li je moguće povećati i poboljšati poljoprivrednu proizvodnju primenom navodnjavanja, i da li bi to bilo ekonomski isplativo?
- ⇒ Da li se na površinama pod sistemima za navodnjavanje ono sprovodi na racionalan način?

## 2 MATERIJAL I METODE RADA

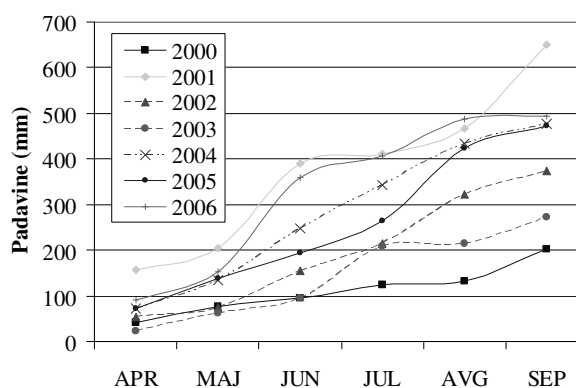
U ovom radu su prezentovani rezultati upravljanja vodnim režimom zemljišta (kroz sprovođenje navodnjavanja), na površinama koje koristi PKB Korporacija A.D., gazdinstvo "7. juli" - Jakovo. Monitoring je urađena tako što su prikupljeni i obrađeni brojni egzaktni podaci i informacije sa lokaliteta, vezani za relevantne faktore koji definišu pojam efikasnog navodnjavanja. Svi prikupljeni podaci se mogu svrstati u sledeće grupe:

- ⇒ dnevni klimatski podaci za period od 2000-2006 godine {npr.  $t_{max}(^{\circ}C)$ ,  $t_{min}(^{\circ}C)$ ,  $t_{sr}(^{\circ}C)$ , P (mm), Rinc ( $MJ/m^2/day$ ), RHmax (%), RHmin (%), RHmean (%), WS (m/s), n (hours)};
- ⇒ karakteristike zemljišta (vodno-fizičke i hemijske osobine, sa osvrtom na problem sekundarne salinizacije zemljišta);
- ⇒ karakteristike voda (površinskih i podzemnih na samom lokalitetu, kao i voda koje su korišćene za navodnjavanje);
- ⇒ karakteristike zastupljene biljne strukture (plodored, plodosmena);
- ⇒ primenjeni rokovi i norme zalivanja, ostvareni prinosi;
- ⇒ interakcija klimatskih, biljnih, zemljišnih i vodnih parametara - mogućnost modeliranja i davanja prognoza potreba za navodnjavanje u smislu tih interakcija.

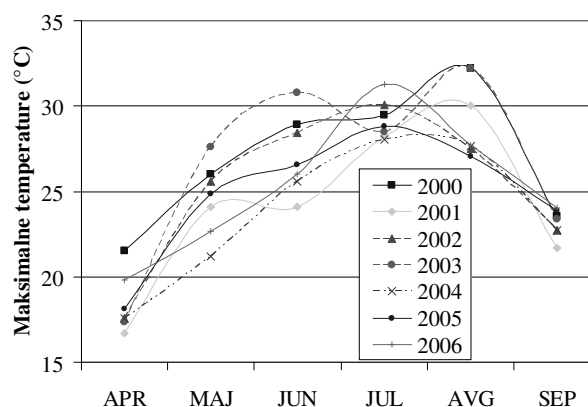
## 2.1 KLIMATSKI USLOVI

Prikupljeni dnevni klimatski podaci su sa meteorološke stanice Košutnjak, Beograd i to: minimalna i maksimalna temperatura vazduha ( $^{\circ}C$ ), relativna vlažnost vazduha (%), brzina vetra (m/s), padavine (mm) i trajanje sunčevog sjaja (h).

Područje posmatranog gazdinstva se karakteriše umereno kontinentalnom klimom sa 50-o godišnjim prosekom padavina od oko 690 mm. Raspored padavina u toku godine je neravnomeran. Vegetacioni period se karakteriše prosečnom visinom padavina od oko 440 mm, što, uz prosečnu referentnu evapotranspiraciju od 550 mm za dati period, uslovljava deficit vode od oko 110 mm. U godinama koje se mogu okarakterisati kao ekstremno sušni (kajih je u poslednje vreme sve više), potrebe za vodom bivaju značajno veće.



Slika 1. Kumulativne sume mesečnih vrednosti padavina tokom vegetacionog perioda



Slika 2. Srednje mesečne vrednosti temperatura tokom vegetacionog perioda

## 2.2 ZEMLJIŠNI USLOVI

U sistemu za navodnjavanje zastupljena su zemljišta tipa ritske crnice (humogleji), sa nepovoljnim filtracionim karakteristikama. U tabelama 1-5 su dati osnovni fizički i vodni pokazatelji analiziranog zemljišta.

Tabela 1. Mehanički i teksturni sastav zemljišta iz pedoloških bušotina na lokalitetu Surčin-Jakovo

Bušotina	Dubina u cm	Frakcije %				Teksturni Sastav
		Pesak		Prah 0,02-0,002	Koloidna glina < 0,002	
		Krupan > 0,2	Sitan 0,2 – 0,02			
IB-1	0-40	4	30	23	43	Glina
	40-60	3	24	27	46	Glina
	60-70	3	27	27	43	Glina
	70-80	3	26	27	45	Glina
	80-100	3	26	32	38	Glin. ilov.
IB-2	0-30	9	23	25	43	Glina
	30-50	9	26	27	38	Glin. ilov.
	50-70	15	23	29	33	Glin. ilov.
	70-100	35	28	17	20	Pesk. ilov.
IB-3	0-10	3	8	35	55	Glina
	30-60	2	6	32	60	Glina
	60-80	4	12	45	39	Praš. gl.il.
	80-100	4	16	48	32	Glin. ilov.
IB-4	0-35	13	39	18	30	Ilov.
	35-70	25	35	16	24	Pesk. ilov.
	70-100	29	41	12	17	Pesk. ilov.

Tabela 2. Hidrauličke karakteristike zemljišta pedološkog profila 1

Dubina (cm)	Vlažnost saturacije (vol. %)	Poljski vodni kapacitet (vol. %)	Vlažnost venuća (vol. %)	Koeficijent filtracije (m/dan)	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	Pristupačna voda (mm)
0-40	52	42	21	0,078	1,28	85
40-60	52	39	20	0,064	1,26	39
60-70	52	38	18	0,069	1,28	21
70-80	52	37	16	0,065	1,27	21
80-100	51	35	15	0,068	1,29	40
Prosek	52	38	18	0,071	1,28	Σ= 205

Tabela 3. Hidrauličke karakteristike zemljišta pedološkog profila 2

Dubina (cm)	Vlažnost saturacije (vol. %)	Poljski vodni kapacitet (vol. %)	Vlažnost venuća (vol. %)	Koeficijent filtracije (m/dan)	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	Pristupačna voda (mm)
0-30	52	38	21	0,073	1,28	52
30-50	51	37	18	0,081	1,30	56
50-70	50	34	17	0,105	1,33	52
70-100	45	31	13	0,516	1,45	55
Prosek	49	35	17	0,214	1,34	Σ= 215

Tabela 4. Hidrauličke karakteristike zemljišta pedološkog profila 3

Dubina (cm)	Vlažnost saturacije (vol. %)	Poljski vodni kapacitet (vol. %)	Vlažnost venuća (vol. %)	Koeficijent filtracije (m/dan)	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	Pristupačna voda (mm)
0-30	55	45	24	0,025	1,20	63
30-60	56	42	22	0,017	1,18	60
60-80	52	38	22	0,038	1,26	33
80-100	51	37	20	0,046	1,30	35
Prosek	53	41	22	0,029	1,24	$\Sigma=$ 191

Tabela 5. Hidrauličke karakteristike zemljišta pedološkog profila 4

Dubina (cm)	Vlažnost saturacije (vol. %)	Poljski vodni kapacitet (vol. %)	Vlažnost venuća (vol. %)	Koeficijent filtracije (m/dan)	Zapreminska masa (g/cm <sup>3</sup> )	Pristupačna voda (mm)
0-35	48	40	17	0,220	1,37	78
35-70	47	37	15	0,300	1,42	77
70-100	44	33	12	1,232	1,49	62
Prosek	46	36	15	0,552	1,42	$\Sigma=$ 218

### 2.3 POLJOPRIVREDA

Ukupna površina gazdinstva je 2.281,79 ha i koristi se pretežno za ratarsku proizvodnju. Uglavnom se gaje lucerka, kukuruz, soja, suncokret i šećerna repa. Ozime kulture (pšenica, ječam) se gaje na velikoj površini. Pasulj i krompir se gaje na manjoj površini.

Plodnost zemljišta je na prosečnom nivou, sa količinama hraniva koje zadovoljavaju biljnu proizvodnju. Ipak, da bi se sprovedila intenzivna poljoprivredna proizvodnja i ostvarili očekivani prinosi, neophodno je svake godine primenjivati đubrenje, što se i čini.

Tabela 6. Procentualna zastupljenost gajenih kultura u periodu 1996-2004.

Kultura	Površina pod kulturom (%)
Kukuruz	16.0
Povrće	1.5
Pšenica (ozima i jara)	22.5
Suncokret	3.4
Ječam (ozima i jara)	3.2
Lucerka	20.9
Soja	12.3
Šećerna repa	7.5
Grašak	1.4
Uljana repica	0.8
Pasulj	0.5
Boranjia	2.6
Krompir	0.5

### 2.4 SISTEM ZA NAVODNJAVANJE

Sistem za navodnjavanje je izgrađen pre 30-tak godina, i zahvata oko 600 ha. Nije u optimalnom stanju, budući da je operativno oko 70% površina od izgrađenog sistema. Od opreme za navodnjavanje su zastupljeni tifoni i prenosna kišna krila. Efikasnost isporuke vode je procenjena na 70% (što je prosečna vrednost za ovakav tip sistema za navodnjavanje).

Datumi zalivanja, neto zalivne norme i ukupne količine utrošene vode, za period od 2000-2006 godine su prikazane u tabeli 7.

Tabela 7. Kalendar navodnjavanja sa isporučenim količinama vode za period 2000-2006. godina

Proizvodna godina	Datumi	Zalivne norme (mm)	Redni broj dana u godini	Redni broj dana nakon setve
2000	14.06.	40	166	60
	04.07.	40	186	80
	14.07.	40	196	90
	01.08.	40	214	108
	Ukupno dato vode:	160		

Tabela 7. Kalendar navodnjavanja sa isporučenim količinama vode za period 2000-2006. godina-nastavak

Proizvodna godina	Datumi	Zalivne norme (mm)	Redni broj dana u godini	Redni broj dana nakon setve
2001	19.07.	30	200	95
	29.07.	30	210	105
	04.08.	30	216	111
	08.08.	30	220	115
	Ukupno dato vode:	120		
2002	02.07.	30	183	78
	11.07.	30	192	87
	23.07.	30	204	99
	Ukupno dato vode:	90		
2003	14.05.	40	134	29
	25.06.	40	176	71
	10.07.	40	191	86
	07.08.	40	219	114
	Ukupno dato vode:	160		
2004	10.07.	40	192	86
	19.07.	40	201	95
	Ukupno dato vode:	80		
2005	24.06.	30	175	70
	06.07.	30	187	82
	19.07.	30	200	95
	26.07.	30	207	102
	Ukupno dato vode:	120		
2006	15.07.	30	196	91
	23.07.	30	204	99
	19.08.	50	231	126
	Ukupno dato vode:	110		

## 2.5 PRIMENA METODA FAO 56 IDP I FAO 33 IDP

Korišćenjem FAO 56 IDP Allen et al., (1998) napravljen je model za praćenje dnevnog sadržaja vode u zemljištu i izvođenja navodnjavanja. FAO 33 IDP metod (Doorenbos and Kassam, 1979) je korišćen za računanje relativnog prinosa kukuruza. Svrha korišćenja navedenih modela je precizno utvrđivanje momenta

ulaska i momenta izlaska kulture (kukuruza) iz perioda vodnog stresa, tokom sezone navodnjavanja. Značaj ovih određivanja je u mogućnosti da se, kroz analizu međusobnog dejstva konkretnih bioloških, zemljišnih i meteoroloških parametara, postignu maksimalni efekti navodnjavanja uz minimalni utrošak vode, odnosno, da se izvrši analiza navodnjavanja koje je već sprovedeno.

Usvojeno je da minimalni dozvoljeni (prihvatljivi) nivo sadržaja zemljišne vlage pri proizvodnji kukuruza bude 55 % od maksimalno pristupačne vlage u zemljištu, i to posmatrano tokom cele sezone (Allen et al., 1998). Koeficijent kulture je uzet iz istoga izvora i iznosi 1.2 za punu pokrivenost površine. Evapotranspiracija kulture je sračunata na osnovu single crop coefficient pristupa. Koeficijenti redukcije prinosa po fazama rasta su preuzeti iz FAO 33 IDP (Doorenbos and Kassam, 1979).

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

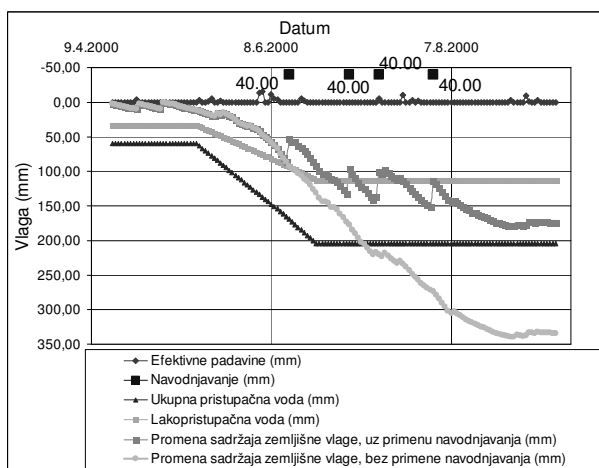
### 3.1 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2000. GODINI

U analiziranom periodu, 2000. godina je bila sušna, sa oko 200 mm padavina u toku vegetacionog perioda. Ipak, s obzirom da su zemljišta duboka i dobrih vododrživih svojstava, kao i da su podzemne vode tokom većeg dela godine relativno visoke na ovom području, kukuruz, kao biljka sa dobro razvijenim korenovim sistemom, je usvajao vodu i sa nešto većih dubina, što je uobičajeno kod ove kulture. Međutim, kako to pokazuju navedeni rezultati, sve to ipak nije bilo dovoljno za nesmetan porast irazvoj kukuruza.

Na slici 3 su prikazane promene sadržaja zemljišne vlage u zoni korenovog sistema kukuruza, izražene u odnosu između sadržaja ukupno pristupačne vode i lako pristupačne vode.

Primena navodnjavanja, odnosno zalivne norme nisu bile dovoljne za dopunjavanje deficita vlage u zemljištu i smanjenje intenziteta vodnog stresa kulture. U prilog navedenom je i činjenica da je evidentirano 63 dana trajanja vodnog stresa. Vrednost  $K_s$  135. dana posle setve, imao je svoju minimalnu vrednost i iznosio je 0,28. Izuzetno jak vodni stres je imao veliki uticaj i na prinos i na razvoj ukupne biomase kukuruza. Uticaj nepovoljnih meteo uslova, posebno kada je reč o 2000.-oj godini, i značaj navodnjavanja za biljnu proizvodnju, može se uočiti na primeru računski dobijene krive promene zemljišne vlage u zoni korenovog sistema. Konstrukcija ove linije je urađena bez uključivanja navodnjavanja, samo uz uticaj efektivnih padavina.

Evidentno je, da prema konkretnim meteorološkim prilikama koje su karakterisale vegetacioni period 2000., gajena kultura (kukuruz) bi, bez navodnjavanja, u vodni stres ušla već 15. juna i u njemu bi ostala neprekidno do kraja vegetacije – broj dana pod stresom bi bio 108. Praktično, u takvim uslovima došlo bi do značajnog gubitka prinosa.



Slika 3. Promene sadržaja zemljišne vlage u zoni korenovog sistema kukuruza tokom vegetacionog perioda 2000. godine

### 3.2 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2001. GODINI

Tokom vegetacionog perioda 2001. godine je registrovano oko 650 mm vodenog taloga, međutim, zbog neravnomernog rasporeda padavina navodnjavanje je sprovedeno dva puta u mesecu julu i dva puta u avgustu, sa ukupnom neto normom od 120 mm vode (4x30 mm), čime je obezbeđeno da kultura tokom celog vegetacionog perioda bude u optimalnim uslovima vlažnosti zemljišta.

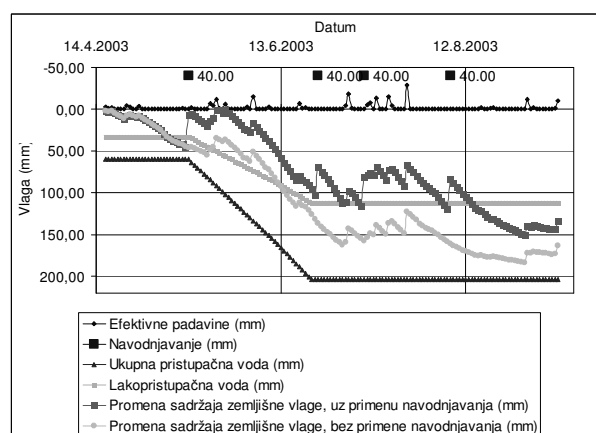
### 3.3 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2002. GODINI

Tokom vegetacionog perioda 2002. godine, uz 373 mm padavina, biljkama je dodato putem navodnjavanja 90 mm vode. Time se postiglo da je vodni stres trajao svega 17 dana što nije bitnije umanjilo prinos.

### 3.4 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2003. GODINI

U toku vegetacionog perioda 2003. godine palo je 270 mm padavina. Primenjena su četiri zalivanja od

polovine maja do prve dekade avgusta, sa ukupno 160 mm vode (4x40 mm). U prva 4 meseca vegetacije, kukuruz je bio u slabom vodnom stresu, dok je u avgustu (samo 6 mm padavina i veoma suv vazduh) stres bio srednjeg intenziteta ( $K_s=0,59$ ). U takvim uslovima kukuruz je imao redukovanu evapotranspiraciju u 38 dana (slika 4). Računski dobijena kriva pada sadržaja zemljišne vlage u zoni korenovog sistema, koja uključuje efektivne padavine, a isključuje navodnjavanje, pokazuje da bi u takvim uslovima kukuruz bio u uslovima vodnog stresa 122 dana. U takvim uslovima kukuruz bi imao vrlo nizak prinos ili ga ne bi ni formirao.



Slika 4. Promene sadržaja zemljišne vlage u zoni korenovog sistema kukuruza tokom vegetacionog perioda 2003. godine

### 3.5 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2004. GODINI

U 2004. godini je tokom vegetacionog perioda palo 470 mm kiše, tako da se navodnjavanjem reagovalo sa 2 zalivanja tokom vegetacije kukuruza, sa ukupno 80 mm vodenog taloga. Vodni stres se nije javljao tokom vegetacionog perioda. U uslovima bez navodnjavanja, kultura bi u vodni stres ušla u prvoj dekadi jula i on bi trajao 64 dana.

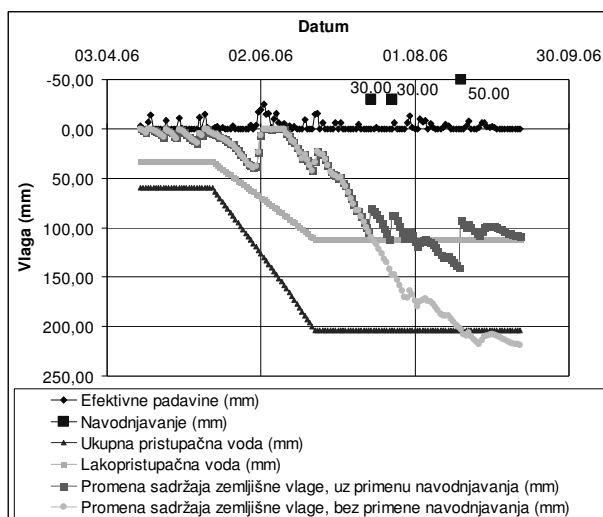
### 3.6 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2005. GODINI

U 2005. godini je tokom vegetacionog perioda palo 340 mm kiše koja je imala nepovoljan raspored tokom sezone, tako da je navodnjavanje izvršeno sa 4 zalivanja, sa po 30 mm u svakom zalivanju. To je doprinelo da se vodni stres javljao tokom 14 dana u

sezoni. U slučaju da nije primenjivano navodnjavanje, stres bi trajao 58 dana.

### 3.7 DINAMIKA VLAGE U ZEMLJIŠTU I VODNI STRES KUKURUZA U 2006. GODINI

U 2006. godini je tokom vegetacionog perioda palo preko 490 mm kiše. Ova količina vode nije bila povoljno raspoređena te je bilo potrebno sprovesti 3 zalivanja sa ukupno 110 mm (30+30+50 mm), (slika 5). To je za posledicu imalo da se vodni stres javljao tokom 16 dana u sezoni. Na računskoj krivi promene zemljišne vlage u zoni korenovog sistema, koja računa efektivne padavine, a ne uzima u obzir dato navodnjavanje, zapaža se da bi u uslovima bez navodnjavanja biljka ušla u vodni stres 15. jula i u takvim uslovima ostala do kraja vegetacije – 58 dana, a to bi za posledicu imalo značajno smanjenje prinosa.



Slika 5. Promene sadržaja zemljišne vlage u zoni korenovog sistema kukuruza tokom vegetacionog perioda 2005. godine

### 3.8 REDUKCIJA PRINOSA U USLOVIMA VODNOG STRESA

Metod FAO 33 IDP je korišćen za procenu redukcije prinosa u uslovima vodenog stresa. Rezultati su predstavljeni u tabeli 8 i na slici 6.

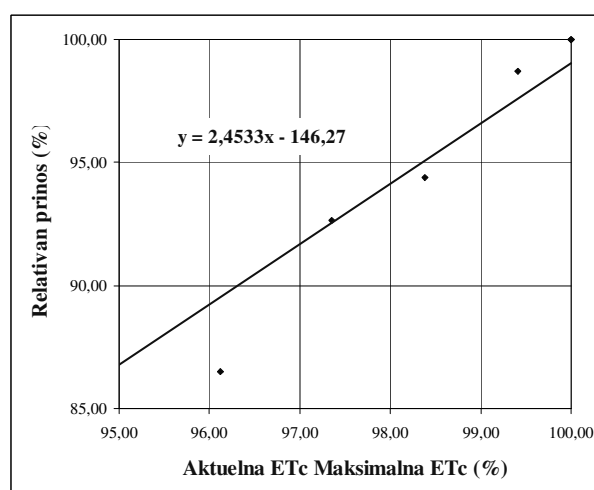
## 4. ZAKLJUČAK

Analizirajući relevantne parametre suše i njenog ublažavanja primenom navodnjavanja došlo se do zaključka da je moguće unaprediti primenu navodnjavanja, čak i u zatečenim uslovima (zatečeni

zalivni sistemi, po vrsti i starosti). Neophodno je sprovesti detaljan monitoring bio-pedo-meteo faktora i prilagoditi kalendar navodnjavanja i zalivne norme elementima dnevnog modela vodnog bilansa. Praktičan problem može predstavljati nepostojanje adekvatne radne snage na gazdinstavu, primerene tehničkim karakteristikama sistema za navodnjavanje, a takođe i cena opreme neophodne za sprovođenje monitoringa relevantnih parametara.

Tabela 8. Proračun redukcije prinosa prema FAO 33 IDP, za period 2000-2006. godina

Proizvodna godina	Maksimalna ETs (mm)	Aktuelna ETs (mm)	Aktuelna ETc/Maksimalna ETc	Ukupan deficit (mm)	Broj dana pod stresom	Relativan prinos (%)	Stvarni prinos (t/ha)
2000	506	419	0,83	87	63	58	3,42
2001	471	471	1,00	0	0	100	6,21
2002	461	459	0,99	3	17	99	6,09
2003	520	500	0,96	20	38	86	4,24
2004	462	462	1,00	0	0	100	5,83
2005	479	466	0,97	13	14	93	5,40
2006	531	523	0,98	9	16	94	5,50



Slika 6. Redukcija prinosa kukuruza kao posledica redukovane stvarne evapotranspiracije

Uslovi analiziranog gazdinstva "7. juli", zalivni sistem "Donje polje", pokazuje da i zastareli sistemi (kišna krila) mogu, uz stručan pristup sprovođenju navodnjavanja, dati zadovoljavajuće rezultate uz prihvatljive finansijske izdatke. Manjkavost ovakvih sistema je neophodnost angažmana većeg broja sezonskih radnika tokom sezone navodnjavanja. Primena modela dnevnog vodnog bilansa u upravljanju navodnjavanjem, ima višestruke pozitivne efekte na ublažavanje suše:

1. Pruža mogućnost racionalnom korišćenju vode;
2. Omogućava sprovođenje navodnjavanja po kalendaru pojave vodnog stresa, sa normama zalivanja optimalno prilagođenim gajenoj kulturi;
3. Omogućava dostizanje visoke efikasnosti rada kod savremenijih sistema i zadovoljavajućeg radnog učinka na sistemima sa zastarelom opremom;
4. Pruža mogućnost unapređenja navodnjavanja time što se kroz model mogu izvršiti analize ranije sprovedene irigacione prakse (otvara se mogućnost uočavanja eventualno učinjenih grešaka, sa uvođenjem odgovarajućih korekcija u upravljanju navodnjavanjem u narednim godinama).

#### LITERATURA

- [1] Diagnosis and Improvement, Saline and Alkali Soils, United States Department of Agriculture, Riverside, 1954.
- [2] Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, L.S. and Smith, M. Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization, Rome, 1998.
- [3] Brisson, N., Itier, B., L'Hotel, J.C. and Lorendeau, J.Y., Parameterisation of the Shuttleworth-Wallace model to estimate daily maximum transpiration for use in crop models. *Ecological Modelling* 107:159-169., 1998
- [4] Delfine S., Alvino A., Villani M.C. and Loreto F., Restrictions to Carbon Dioxide Conductance and Photosynthesis in Spinach Leaves Recovering from Salt Stress, Università degli Studi del Molise, Dipartimento Di Science Animali, and Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biochimica ed Ecofisiologia Vegetali, Roma, Italy, 1999.
- [5] Doorenbos J. & Kassam A.H. - Yield response to water, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. FAO, Rome, Italy, 1979.
- [6] Gardner, F.P., R.B Pearce and R.L. Mitchell, Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Ames, 1985.
- [7] Hiller, E.A. and R.N. Clark, Stress day index to characterized effects of water stress on crop yields. *Trans ASAE* 14:757, 1971.
- [8] Khalil F.A., Ouda S.A. and Tantawy M.M., Predicting the Effect of Optimum Irrigation and Water Stress on Yield and Water Use of Barley Crop, Department of Water Requirements and Field Irrigation Research, Institute of Soil, Water, and Environment Research, Agricultural Research Center, Egypt, 2006.
- [9] Katerji N., Van Hoorn J.W., Hamdy A. and Mastrorilli M., Salt tolerance of crops according to three classification methods and examination of some hypothesis about salt tolerance. *Agricultural Water Management* 47:1-8, 2001.
- [10] Bošnjak Đ., Dragović S. et al., Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Komisija za fiziku zemljišta, Novi Sad, 1997.
- [11] Miljković N., Osnovi pedologije, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Institut za geografiju, Novi Sad, 1996.
- [12] Vidić R., Hemija vode, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, 2005.



## CONSEQUENCE OF DROUGHT ON CORN PRODUCTION AND EFFECTS OF IRRIGATION

by

Mile BOŽIĆ, Goran NIKOLIĆ, Dragiša STEVIĆ, Ljubomir ŽIVOTIĆ, Svetimir DRAGOVIĆ  
Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd

## Summary

Crop production is concentrated in the lowlands of the Vojvodina province in the northern part of Serbia, with variable, unstable and unpredictable rainy and dry periods between June and August. Depending upon the drought intensity, corn yields may be reduced by 50% in relation to the production of irrigated fields. In extremely dry years, yield reductions on corn may reach 80% in comparison with yields in irrigated fields.

The consequences of drought and the effects of irrigation on corn production were observed at the experimental site located on the field of the «Poljoprivredni kombinat Beograd (PKB)», in the southeastern part of Srem, in the riparian area of the river Sava, during the period 2000-2007.

The climatic parameters used to indicate drought intensity and to mark the irrigation interval were measured at automatic weather stations. The total rainfall in vegetation period (April-September) ranged from 200 mm (year 2000) to 650 mm (year 2001). Temperature maxima and the number of tropical days (temperature over 30°C) significantly differed from year to year, noting that the highest temperatures and the longest warm period were observed in year 2007, leading to a most severe drought.

The representative soil type of the experimental site is humoglay, with more than 40% clay, of average fertility and of unfavorable physical and soil moisture characteristics.

Sprinkler irrigation covers an area of 600 ha. Corn is grown at around 20% of the total area. Water of average quality is provided for irrigation by the main drainage canal. The irrigation interval is determined by the soil water balance, which is computed using a model that is based on FAO 56 IDP.

Within the research period, significant drought was observed in years 2000, 2002, 2003 and 2007, with different intensities and in different periods of the vegetation period. The total rainfall in the vegetation period was around 50% or less than the water requirements of corn cultures. Hence, in order to satisfy corn water needs, irrigation was applied in the amounts of 80 do 160 mm, depending upon the drought intensity.

The maximum number of days when the corn was in water stress varied from 63 days in year 2000 to 85 days in year 2007. The largest quantities of water were distributed through irrigation in these years.

The annual yield of corn without irrigation was between 3.42 to 6.21 t/ha. With the use of irrigation, the yield increased by 60%, as compared to conditions without irrigation.

Key words: corn, water stress, daily water balance, yield/water stress

Redigovano 03.12.2007.