

**UTJECAJ SUŠE NA SMANJENJE PRINOSA
POLJOPRIVREDNIH KULTURA**

**INFLUENCE OF DROUGHT ON REDUCTION
OF YIELDS OF AGRICULTURAL CROPS**

I. Šimunić, S. Husnjak, F. Tomić

SAŽETAK

Cilj rada je bio istražiti učinak suše na smanjenje prinosa određenih poljoprivrednih kultura u dvije različite godine (2003. i 2005.) i na tri lokacije u različitim agroekološkim uvjetima. Istraživani rezultati pokazuju da je visina prinosa u funkciji količine i rasporeda oborina. Pri većim sušama veća su i smanjenja prinosa i obratno. Uz dovoljnu količinu vode u tlu bilo je moguće u sušnoj 2003. godini povećati prinose od 98,1% do 129,5% na području Gospića, od 44,9% do 72,8% na području Našica, te od 30,6% do 66,9% na području Kutjeva. U hidrološki povoljnijoj 2005. godini bilo je također moguće povećati prinose od 18,6% do 42,2% na području Gospića, od 16,1% do 21,9% na području Našica te od 8,6% do 23,3% na području Kutjeva. Više i sigurnije prinose na svim lokacijama moguće je ostvariti osiguranjem dovoljne količine vode u tlu u svim fazama razvoja kultura, za što je potrebno izgraditi odgovarajuće sustave za navodnjavanje.

Ključne riječi: suša, smanjenje, prinos, navodnjavanje

ABSTRACT

The aim of the paper was to research the effect of drought on reduction of yield of some agricultural crops in two different years (2003. and 2005.) and three different locations. The results show that the amount of yield is in function of quantity and distribution of precipitation. Higher the drought higher the reduction and the reversely. With enough water in the soil it was possible to increase yields in drought year 2003 from 98.1% up to 129.5% in Gospić area, from 44.9% up to 72.8% in Našice area and from 30.6% up to 66.9% Kutjevo. In hydrologically better year 2005 it was possible to increase yields from 18.6%

up to 42.2% in Gospić area, from 16.1% up to 21.9 % in Našice area and from 8.6% up to 23.3% Kutjevo. It is possible to realize higher and more sure of yields on all location by installing adequate irrigation.system.

Key words: drought, reduction, yield, irrigation

UVOD

U Republici Hrvatskoj navodnjava se svega 9.264 ha ili 0,46% obradivih površina i prema veličini navodnjavanih površina Hrvatska se nalazi na jednom od posljednjih mjesta u Europi (Tomić i sur., 2007). Učestalost pojave suše u posljednjem nizu godina utjecala je na mišljenje javnosti o potrebi navodnjavanja i stoga je Vlada RH pokrenula projekt navodnjavanja pod naslovom «Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u RH», Romić i sur. 2005. Navedeni projekt ima veliko opravdanje s obzirom da Republika Hrvatska raspolaže s oko 2.020.626 ha obradivog poljoprivrednog zemljišta, od čega su 244.151 ha vrlo pogodna tla ili tla s neznatnim ograničenjima za navodnjavanje, a 588.163 ha umjereno pogodna tla ili tla s umjerenim ograničenjima za navodnjavanje (Husnjak, 2007). Isto tako raspolaže s količinom od 35.000 m³ obnovljive vode godišnje po stanovniku (Kos, 2004). Klimatske značajke i režim voda u tlu, te njihov međusobni odnos koji je vrlo promjenjiv i složen, definiraju uspješnost biljne proizvodnje. Veliki dio naše biljne proizvodnje koncentriran je na područjima gdje se povremeno pojavljuje suša. Prema Mađaru i sur. (1998) suše se u Hrvatskoj pojavljuju svake treće do pete godine, a ovisno o intenzitetu i dužini trajanja mogu smanjiti urod poljoprivrednih kultura i do 90%. O globalnom zatopljenju i problemima suše upozorava i Stanciu (2004). Problem smanjenja prinosa uzgajanih poljoprivrednih kultura mogao bi se djelomično riješiti dovodenjem potrebne vode primjenom navodnjavanja. Iz navedenog razloga rad je imao cilj utvrditi utjecaj suše na smanjenje prinosa određenih kultura na različitim lokacijama, odnosno predviđeno povećanje u sklopu izrade idejnih rješenja projekata navodnjavanja.

METODIKA RADA

U dvije hidrološki različite godine (2003. i 2005.) i na tri lokaliteta s različitim agroekološkim uvjetima, na području grada Gospića (Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo-OPG), na području grada Našice (Tvrtka «Hana»d.o.o.) i na području općine Kutjevo (Tvrtka «Kutjevo» d.d., PJ Ovčare), utvrđeni su prinosi važnijih kultura. Na OPG-u grada Gospića uzete su u razmatranje sljedeće uzgajane kulture: krumpir, kupus i grah. Na površinama «Hana»d.o.o. razmatrane su kulture: kukuruz-merkantilni, soja i šećerna repa, dok su na površinama «Kutjevo» d.d., PJ Ovčare razmatrane kulture: kukuruz-sjemenski, soja, šećerna repa i grašak.

Moguće povećanje prinosa uz dovoljnu količinu vlage u tlu izračunato je prema funkciji:

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_c}\right)$$

Y_a = Stvarni prinosi;

Y_m = Maksimalno mogući prinosi;

k_y = Čimbenik reakcije prinosa;

ET_a = Aktualna evapotranspiracija;

ET_c = Evapotranspiracija kulture;

Klimatski podaci su s meteorološke postaje (MP) Gospić, MP Našice i MP Požega. Referentna evapotranspiracija (ET_o) izračunata je prema metodi Penman-Montheitha (FAO, No. 1998). Bilanca vode u tlu za svaku kulturu izračunata je prema metodi Palmera, korigiranoj i kalibriranoj prema Vidačeku (1981). U razmatranju su bila tla ilovaste teksture (Gospić i Kutjevo), odnosno praškasto-glinasto-ilovaste teksture (Našice).

REZULTATI I RASPRAVA

Visina prinosa uzgajanih kultura u dvije različite hidrološke godine, te na tri lokacije u različitim agroekološkim uvjetima, prikazana je na tablicama 1, 2 i 3. Vidljivo je da su prinosi svih kultura na području Gospića u povoljnijoj hidrološkoj 2005. godini bili očekivano viši, u odnosu na sušniju 2003. godinu. Razlika u visini prinosa kretala se od 68,9 % kod graha do 74,4 % kod

krumpira, Na području Našica visina prinosa kultura u povoljnijoj hidrološkoj 2005. godini bila je također viša i kretala se u rasponu od 25,2% kod kukuruza do 82,4% kod šećerne repe, dok je na području Kutjeva prinos bio viši od 23,0% kod soje do 115,7% kod šećerne repe.

Visina pa i kakvoća prinosa uzgajanih kultura su u korelaciji s ukupnom količinom i rasporedom oborina, poglavito u vegetacijskom razdoblju. Nedostatak vode naročito je štetan u «kritičnom razdoblju» biljke za vodu. Ovo razdoblje može trajati dulje ili kraće vrijeme, javlja se u različitim fazama razvoja kod pojedinih biljaka. Kod jednogodišnjih biljaka kritično je razdoblje vezano za oplodnju i formiranje generativnih organa. Na grafikonima 1, 2 i 3 je vidljivo da je upravo u to vrijeme bila izrazito mala količina oborina, koja je imala negativan učinak na prinose u 2003. godini na svim istraživanim lokacijama.

Tablica 1. Prinos kultura bez navodnjavanja (OPG-Gospić), u 2003. i 2005. godini

Table 1. Yield of crops without irrigation (OPG-Gospić), in years 2003. i 2005.

Kultura	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), u 2003. godini	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), u 2005. godini	Razlika	
	A	B	t/ha	%
	B-A			
Krumpir	5,24	9,14	3,90	74,4
Kupus	12,51	21,22	8,71	69,6
Grah	1,22	2,06	0,84	68,9

* Izvor: Prosječni prinosi na OPG grada Gospića, prema: Uredu za gospodarstvo Ličko-senjske županije

Tablica 2. Prinos kultura bez navodnjavanja (Hana-Našice), u 2003. i 2005. godini

Table 2. Yield of crops without irrigation (Hana-Našice), in years 2003. i 2005.

Kultura	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), 2003. godini	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), u 2005. godini	Razlika	
	A	B	t/ha	%
	B-A			
Kukuruz-m.	5,75	7,20	1,45	25,2
Soja	1,85	2,60	0,75	40,5
Šećerna repa	26,32	48,00	21,68	82,4

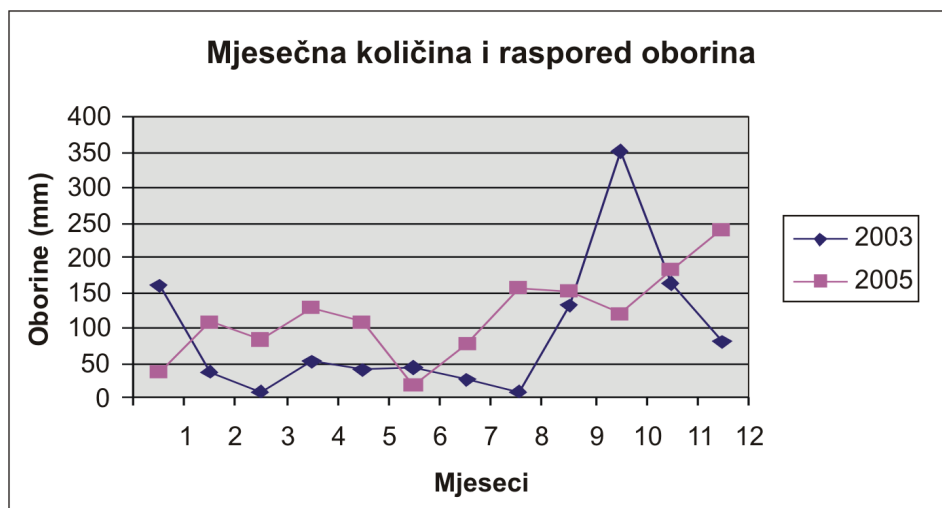
*Izvor: Hana-Vuka d.o.o. Budimci

Tablica 3. Prinos kultura bez navodnjavanja (Kutjevo d.d., PJ Ovčare), u 2003. i 2005. godini

Table 3. Yield of crops without irrigation (Kutjevo d.d., PJ Ovčare), in years 2003. i 2005.

Kultura	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), 2003. godini	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), u 2005. godini	Razlika	
	A	B	t/ha	%
			B-A	
Kukuruz-sj.	1,30	1,76	0,46	35,4
Soja	2,65	3,26	0,61	23,0
Šećerna repa	27,77	59,90	32,13	115,7
Grašak	1,88	3,47	1,59	84,6

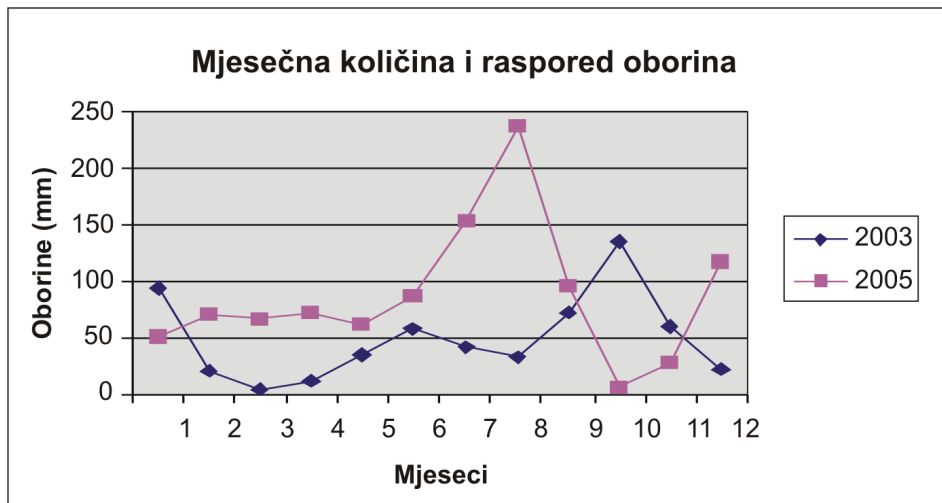
*Izvor: Kutjevo d.d., PJ Ovčare



Graf. 1. Mjesečna količina i raspored oborina, MP Gospić

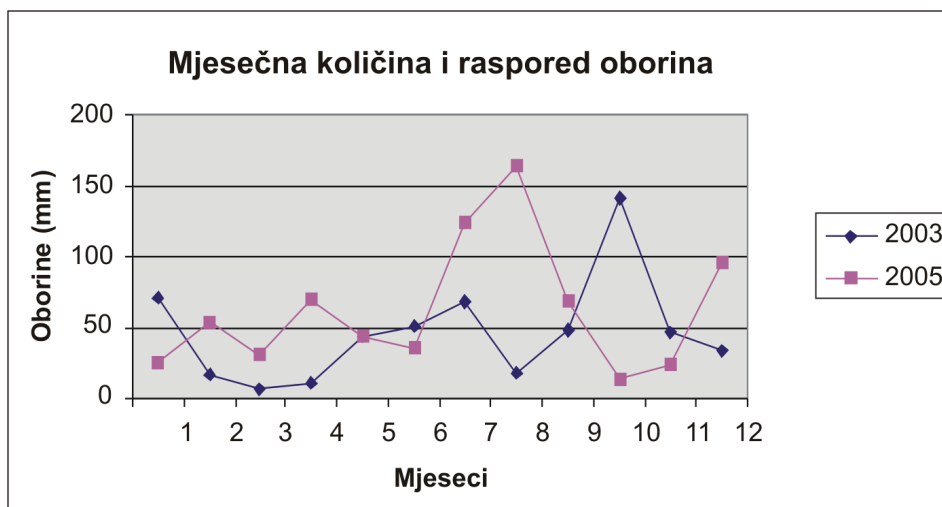
Graph 1. Monthly quantity and distribution of precipitation, Gospić

Sustavom navodnjavanja i osiguranjem dovoljne količine vode prinosi kultura bi se povećali, a biljna proizvodnja bi bila manje rizična. Moguće povećanje prinosa na istraživanim lokacijama i za različite kulture prikazani su na tablicama 4, 5 i 6. Na području Gospića predviđeno povećanje prinosa



Graf. 2. Mjesečna količina i raspored oborina, MP Našice

Graph 2. Monthly quantity and distribution of precipitation, Našice



Graf. 3. Mjesečna količina i raspored oborina, MP Požega

Graph 3. Monthly quantity and distribution of precipitation, Požega

Tablica 4. Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja, te moguća razlika prinosa, u 2003. godini (OPG-Gospić)

Table 4. Yield of crops without irrigation, possibility of increase of yield with irrigation and possible difference of yield in year 2003. (OPG-Gospić)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
Krumpir	5,24	11,82	6,58	125,5
Kupus	12,51	24,78	12,27	98,1
Grah	1,22	2,80	1,58	129,5

Tablica 5. Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja, te moguća razlika prinosa, u 2003. godini (Hana-Našice)

Table 5. Yield of crops without irrigation, possibility of increase of yield with irrigation and possible difference of yield in year 2003. (Hana-Našice)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
Kukuruz-m.	5,75	7,90	2,15	72,8
Soja	1,85	2,68	0,83	44,9
Šećerna repa	26,32	38,72	12,40	47,1

Tablica 6. Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja, te moguća razlika prinosa, u 2003. godini (Kutjevo d.d., PJ Ovčare)

Table 6. Yield of crops without irrigation, possibility of increase of yield with irrigation and possible difference of yield in year 2003. (Kutjevo d.d., PJ Ovčare)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
Kukuruz-sj.	1,30	2,17	0,87	66,9
Soja	2,65	3,46	0,81	30,6
Šećerna repa	27,76	38,55	10,79	38,9
Grašak	1,88	2,85	0,97	51,6

navodnjavanjem istraživanih kultura u sušnoj 2003. godini kretalo bi se od 98,1% kod kupusa do 129,5% kod graha. Na području Našica od 44,9% kod soje do 72,8% kod kukuruza-merkantilnog, dok bi se na području Kutjeva moguće povećanje prinosa kretalo od 30,6% kod soje do 66,9% kod kukuruza-sjemenskog.

U hidrološki povoljnijoj 2005. godini bilo bi također moguće ostvariti povećanje prinosa primjenom navodnjavanja svih kultura, s tim da bi razlika prinosa između realnog i mogućeg prinosa bila manja nego u sušnoj 2003. godini (tablice 7, 8 i 9.). Povećanje prinosa na području Gospića bilo bi u rasponu od 18,6% kod kupusa do 42,2% kod graha. Na području Našica povećanje prinosa bilo bi relativno niže i kretalo bi se u rasponu od 16,1% kod soje do 21,9% kod kukuruza, dok bi se na području Kutjeva povećanje prinosa kretalo u rasponu od 8,6% kod soje do 23,3% kod kukuruza-sjemenskog.

Tablica 7. Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja, te moguća razlika prinosa, u 2005. godini (OPG-Gospić)

Table 7. Yield of crops without irrigation, possibility of increase of yield with irrigation and possible difference of yield, in year 2005. (OPG-Gospić)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
Krumpir	9,14	12,27	3,13	34,2
Kupus	21,22	25,17	3,95	18,6
Grah	2,06	2,93	0,87	42,2

Tablica 8. Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja, te moguća razlika priroda, u 2005. godini (Hana-Našice)

Table 8. Yield of crops without irrigation, possibility of increase of yield with irrigation and possible difference of yield in year 2005. (Hana-Našice)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
Kukuruz-m.	7,20	8,78	1,58	21,9
Soja	2,60	3,02	0,42	16,1
Šećerna repa	48,00	57,83	9,83	20,4

Tablica 9. Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja, te moguća razlika prinosa, u 2005. godini (Kutjevo d.d., PJ Ovčare)

Table 9. Yield of crops without irrigation, possibility of increase of yield with irrigation and possible difference of yield in year 2005. (Kutjevo d.d., PJ Ovčare)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
Kukuruz-sj.	1,76	2,17	0,41	23,3
Soja	3,26	3,54	0,28	8,6
Šećerna repa	59,90	71,39	11,49	19,2
Grašak	3,47	4,22	0,75	21,6

Na temelju prikazanih rezultata vidljivo je, da bi i u hidrološki povoljnijim godinama bilo moguće povećati prinose uzgajanih kultura, kada bi u tlu bilo dovoljno vode. Prema Beltrão i sur. (1996) najviši prinosi se postižu kada je najpovoljniji odnos zraka i vode u tlu. U protivnom, javljat će se smanjenje prinosa većim ili manjim posljedicama, o čemu su pisali Mađar i sur.(1998.), Romić i sur. (2005.), Šimunić i sur. (2006) i dr.

Prema navedenom, više i sigurnije prinose moguće je očekivati jedino uz osiguranje dovoljno vode u tlu u svim fazama razvoja kultura.

Stoga je sasvim sigurno da nacionalni projekt navodnjavanja kojeg je pokrenula Vlada Republike Hrvatske ima veliko opravdanje u stabiliziranju poljoprivredne proizvodnje i povećanju ekonomske isplativosti. U takvim uvjetima za očekivati je da i buduća pojava suša neće na navodnjanim poljoprivrednim površinama prouzrokovati «elementarnu nepogodu».

ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata istraživanja u dvije hidrološki različite godine (2003. i 2005.) i na tri lokaliteta s različitim agroekološkim uvjetima, može se zaključiti sljedeće:

1. Visina, odnosno smanjenje prinosa ovisno je o količini i rasporedu oborina.
2. Uz osiguranje dovoljne količine vode bilo je moguće u sušnoj 2003. godini povećati prinose kultura od 98,1% do 129,5% (ovisno o kulturi) na području Gospića, od 44,9% do 72,8% na području Našica i od 30,6% do 66,9 % na području Kutjeva.
3. I u hidrološki povoljnijoj 2005. godini, također je bilo moguće ostvariti povećanje prinosa, ali s manjom razlikom u usporedbi na stvarni prinos. Na području Gospića moguće je bilo povećanje prinosa od 18,6% do 42,2%, na području Našica od 16,1% do 21,9% i na području Kutjeva od 8,6% do 23,3%.
4. Više i sigurnije prinose moguće je ostvariti osiguranjem dovoljne količine vode u tlu u svim stadijima razvoja kultura, za što je potrebno izgraditi odgovarajuće sustave za navodnjavanje.

LITERATURA

- Beltrão, J., Antunes da Silva, Asher, J.B.** (1996): Modeling the effect of capillary water rise in corn yield in Portugal. Irrigation and drainage systems, 10:179-186.
- Husnjak, S.** (2007): Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama. Zbornik radova znanstvenog skupa "Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora", str. 21-37. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
- Kos, Z.** (2004): Hrvatska i navodnjavanje. Hrvatska vodoprivreda, 142: 30-41.

- Mađar, S., Šoštarić, J., 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, 127-135, Zagreb.
- Romić, D. i sur.** (2005): Nacionalni projekt 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 bases of water management. Conference abstracts, 201-202, Brno.
- Šimunić, I., Senta, A., Tomić, F.** (2006): Potreba i mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih kultura u sjevernom dijelu Republike Hrvatske. Agronomski glasnik 1, 13-31.
- Vidaček, Ž.**, 1981: "Procjena proizvodnog prostora i prikladnosti tla za navodnjavanje u Istočnoj Slavoniji i Baranji". Poljoprivredna znanstvena smotra, br. 57(0), p. 471-502, Zagreb
- 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. HAZU, Razred za prirodne znanosti i Razred za tehničke znanosti, 7-20, Zagreb.
- Food and agriculture organization** (1992): Irrigation and drainage paper, No. 46 (Effective rainfall), Rome.
- Food and agriculture organization** (1992): Irrigation and drainage paper, No. 46 (Yield response to water), Rome.
- Food and agriculture organization** (1998): Irrigation and drainage paper, No. 56 (Penman-Montheitha), Rome.

Adrese aurora-Authors' adresses:

Prof. dr. sc. Ivan Šimunić

Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak

Prof. dr. sc. Franjo Tomić

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska 25,

10000 ZAGREB

Primljeno - Received:

4.10.2007