

Stručni članak | Professional Paper | UDK 551.577.62:633](497.5)  
Primljeno (Received): 15. 3. 2010.; Prihvaćeno (Accepted): 8.3.2011.

# UTJECAJ SUŠE NA VISINU PRINOSA BILJNIH KULTURA U RAZLIČITIM REGIJAMA HRVATSKE

**Prof. dr. sc. Ivan Šimunić, dipl. ing. agr.**  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb  
simunic@agr.hr

**Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak, dipl. ing. agr.**  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

**Bariša Matković, dipl. ing. građ.**  
Institut IGH  
Slavka Tomašića 5, 51000 Rijeka

Cilj rada je bio istraživanje utjecaja suše na visinu prinosa određenih biljnih kultura u dvije različite hidrološke godine (2003. i 2005.) na tri različite regije u Hrvatskoj (gorskoj, primorskoj i panonskoj).

U radu su razmatrani tipovi tla koji karakteriziraju područja istraživanja, odnosno distrično smeđe na području Gospića, crvenica na području Umaga te aluvijalno livadsko na području Virovitice.

U sušnoj 2003. godini bilo bi moguće uz dovoljnu količinu vode u tlu povećati prinose kultura od 98,1% do 129,5% na području Gospića, od 53,2% do 316,5% na području Umaga i od 5,9% do 125,7% na području Virovitice. U hidrološki povoljnijoj 2005. godini bilo bi moguće povećati prinose od 18,6% do 42,2% na području Gospića, od 19,3% do 74,2% na području Umaga i od 2,5% do 14,4% na području Virovitice. Rezultati pokazuju da je visina prinosa biljnih kultura u funkciji količine i rasporeda oborina odnosno vlage u tlu.

**Ključne riječi:**  
regije, suša, smanjenje i povećanje prinosa, biljne kulture

## 1. UVOD

U Republici Hrvatskoj navodnjava se oko 14.500 ha ili 0,67% obradivih površina i prema veličini navodnjavanih površina Hrvatska se nalazi na jednom od posljednjih mjesta u Europi (Tomić, 2009.). Učestalost pojave suša u posljednjem nizu godina potvrdila je mišljenje javnosti o potrebi navodnjavanja i stoga je Vlada Hrvatske pokrenula projekt navodnjavanja pod naslovom «Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj» - NAPNAV (Romić i sur. 2005.). Navedeni projekt ima veliko opravdanje i značenje jer Hrvatska ima 2.149.080 ha potencijalno obradivog poljoprivrednog zemljišta, od čega je čak 244.151 ha pogodno za navodnjavanje i 588.163 ha umjereno pogodno, s manjim ograničenjima (Husnjak, 2007.). Isto tako raspolaže s količinom od 35.000 m<sup>3</sup> 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. Prema Mađaru i sur. (1998.) suše se u Hrvatskoj pojavljuju svake treće do pete godine, a ovisno o intezitetu i dužini trajanja mogu smanjiti prinos biljnih kultura i do 90%. Problem smanjenja prinosa uzgajanih biljnih kultura može se u znatnoj mjeri riješiti primjenom navodnjavanja (Tomić i sur., 2007.).

Cilj istraživanja je bio: utvrditi stvarni prinos određenih biljnih kultura u različitim regijama i izračunati moguće povećanje prinosa u uvjetima dovoljne vlage u tlu.

## 2. PODACI I METODE

U dvije hidrološki različite godine (2003. i 2005.), na tri različite lokacije-regije (slika 1): područje grada Gospića, područje grada Umaga i područje grada Virovitice, na različitim obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG), utvrđeni su prinosi odabranih biljnih kultura na kojima se primjenjivala uobičajena (konvencionalna) agrotehnika. Kulture su uzgajane na tlima na kojima nisu izvođene hidromelioracijske mjere odvodnje. Na OPG grada Gospića razmatrane su sljedeće uzgajane biljne kulture: krumpir, kupus i grah, na OPG grada Umaga: rajčica, vinova loza i maslina, dok na OPG grada Virovitice: soja, šećerna repa i paprika. U 2003. godini stvarni prinosi odabranih kultura bili su sljedeći: krumpira 5,24 t/ha, kupusa 12,51 t/ha i graha 1,22 t/ha (na OPG na području grada Gospića); rajčice 20 t/ha, vinove loze 8 t/ha i maslina 2,5 t/ha (na OPG na području grada Umaga) i soje 2,05 t/ha, šećerne repe 28,95 t/ha i paprike 19,45 t/ha (na OPG na području grada Virovitice), dok su u 2005. godini stvarni prinosi odabranih kultura bili sljedeći: krumpira 9,14 t/ha, kupusa 21,22 t/ha i



Slika 1: Oznaka mjesta i regija istraživanja



Slika 2: Distrično smeđe tlo (distrični kambisol), lesivirano, na proluvijalnim nanosima kod Gospića

graha 2,06 t/ha (na OPG na području grada Gospića); rajčice 40 t/ha, vinove loze 10 t/ha i maslina 4,5 t/ha (na OPG na području grada Umaga); soje 2,75 t/ha, šećerne repe 35,50 t/ha i paprike 28,60 t/ha (na OPG na području grada Virovitice). Čimbenik reakcije prinosa (ky) za krumpir=1,1; kupus=0,95; grah=1,15; rajčicu=1,05; vinovu lozu=0,85; maslinu=0,85; soju=0,85; šećernu repu=0,8 i papriku=1,0.

U Gospiću je razmatrano tlo ilovaste teksture (slika 2), sljedećih hidropedoloških značajki: poljski kapacitet za vodu (PKv)=35 vol%, točka venuća (Tv)=14,5 vol%. U Umagu je analizirano tlo glinaste teksture (slika 3), utvrđenih hidropedoloških značajki: PKv=41 vol%, Tv=19 vol%, dok je u Virovitici analizirano tlo praškasto ilovaste teksture (slika 4), sljedećih hidropedoloških značajki: PKv=39 vol%, Tv=11 vol%. Nazivi sistematskih jedinica tla dani su prema važećoj klasifikaciji tla, Škorić i sur. (1985.).



Slika 3: Crvenica (terra rossa), tipična, duboka, glinasta, na području Umaga



Slika 4: Aluvijalno livadsko tlo (semiglejno), slabo karbonatno, na području Virovitice

Klimatski podaci korišteni su sa meteorološke postaje (MP) Gospić, MP Celega (Novigrad) i MP Virovitica. Referentna evapotranspiracija (ET<sub>0</sub>) izračunata je prema metodi Penman-Montheitha (FAO, 1998.). Bilanca vode u tlu za svaku kulturu izračunata je prema metodi Palmera (tablica 1), korigiranoj i kalibriranoj prema Vidačeku (1981.).

Predviđeno povećanje prinosa izračunato je prema funkciji-formuli (1) (FAO, 1992.):

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

Y<sub>a</sub>= Stvarni prinosi (t/ha)

Y<sub>m</sub>=Maksimalno mogući prinosi (t/ha)

k<sub>y</sub>= Čimbenik reakcije prinosa

ET<sub>a</sub>=Aktualna evapotranspiracija (mm)

ET<sub>c</sub>=Evapotranspiracija kulture (mm)

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Visina prinosa uzgajanih biljnih kultura u dvije različite hidrološke godine te u tri regije prikazana je u tablici 2. Vidljivo je da su prinosi biljnih kultura u svim regijama u sušnoj 2003. godini bili očekivano niži u odnosu na hidrološki povoljniju 2005. godinu. Razlika u visini prinosa kretala se na području Gospića od 68,9 % kod graha do 74,4 % kod krumpira, na području Umaga od 25,0 kod vinove loze do 100,0% kod rajčice te na području Virovitice od 22,6% kod šećerne repe do 47,0 % kod paprike. Opće je poznato da je visina pa i kakvoća prinosa uzgajanih biljnih kultura u korelaciji sa 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.

Tablica 1: Bilanca vode u tlu, u 2003. i 2005. godini

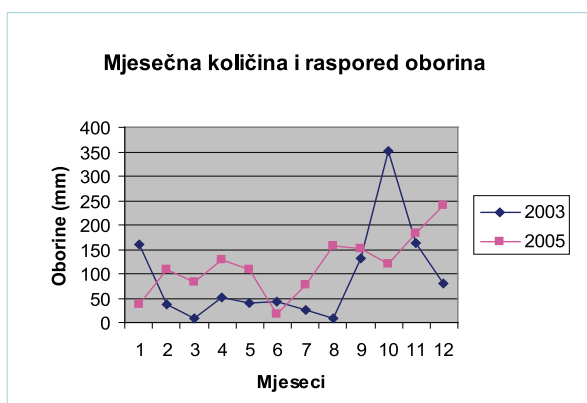
Lokacija	Kultura	2003			2005		
		*ET <sub>a</sub> (mm)	**ET <sub>c</sub> (mm)	ET <sub>a</sub> - ET <sub>c</sub> (mm)	ET <sub>a</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm)	ET <sub>a</sub> - ET <sub>c</sub> (mm)
OPG, Gospić	Krumpir	172	367	-195	255	332	-77
	Kupus	173	375	-302	269	322	-53
	Grah	172	370	-198	249	335	-86
OPG, Umag	Rajčica	133	484	-351	232	392	-160
	Vinova loza	267	495	-228	328	419	-91
	Maslina	317	542	-225	367	453	-86
OPG, Virovitica	Soja	223	239	-16	441	454	-13
	Šećerna repa	326	703	-377	592	703	-111
	Paprika	189	427	-238	386	427	-41

\* ET<sub>a</sub>- Aktualna evapotranspiracija (mm)

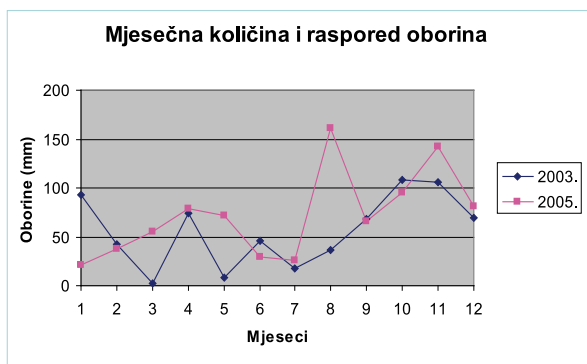
\*\* ET<sub>c</sub>- Evapotranspiracija kulture (mm)

Tablica 2: Prinos biljnih kultura (t/ha), u 2003. i 2005. godini

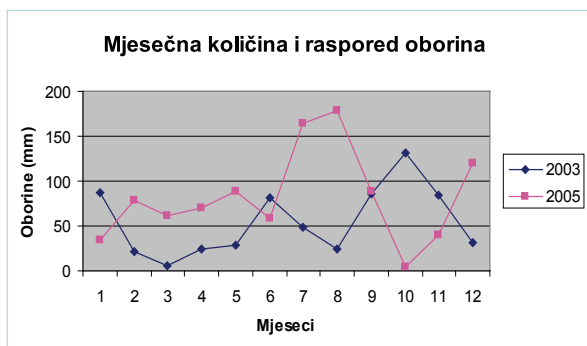
Lokacija	Kultura	Prinos (t/ha), 2003. godine	Prinos (t/ ha), 2005. godine	Razlika	
				t/ha	%
		A	B	B-A	
OPG, Gospić	Krumpir	5,24	9,14	3,90	74,4
	Kupus	12,51	21,22	8,71	69,6
	Grah	1,22	2,06	0,84	68,9
OPG, Umag	Rajčica	20	40	20	100,0
	Vinova loza	8	10	2	25,0
	Maslina	2,5	4,5	2	80,0
OPG, Virovitica	Soja	2,05	2,75	0,70	34,1
	Šećerna repa	28,95	35,50	6,55	22,6
	Paprika	19,45	28,60	9,15	47,0



Slika 5: Mjesečna visina i raspored oborina, MP Gospić



Slika 6: Mjesečna visina i raspored oborina M.P. Celega (Novigrad)



Slika 7: Mjesečna visina i raspored oborina, MP Virovitica

Na slikama 5, 6, 7 razvidna je razlika u količini palih oborina u istraživanim godinama, odnosno tijekom vegetacijskog razdoblja.

Na području grada Gospića tijekom vegetacijskog razdoblja (IV.-IX. mjesec) u 2003. godini palo je 299 mm, a u 2005. godini 638 mm. Višegodišnje prosječne količine oborina za navedeno razdoblje iznose 590 mm. Vidljivo je da je u sušnoj 2003. godini bilo dvostruko manje oborina, dok je u hidrološkoj povoljnijoj 2005. godini količina oborina bila nešto viša od višegodišnjeg prosjeka.

Na području grada Umaga tijekom vegetacijskog razdoblja u 2003. palo je 250,5 mm, a u 2005. godini 434,8 mm. Višegodišnji prosjek količine oborina za vegetacijsko razdoblje iznosi 430,8 mm. U sušnoj 2003. godini bilo je manje oborina i to za 180,3 mm od višegodišnjeg prosjeka, dok je u hidrološki povoljnijoj 2005. godini palo približno ista količina oborina kao u višegodišnjem prosjeku, odnosno palo je 4 mm više oborina.

Na području grada Virovitice tijekom vegetacijskog razdoblja u 2003. palo je 291 mm, a u 2005. godini 649 mm, pri čemu prosječne višegodišnje količine oborina za navedeno razdoblje iznose 448,8 mm. Dakle, u sušnoj 2003. godini palo je 150 mm manje oborina u odnosu na višegodišnji prosjek, dok je u hidrološki povoljnijoj 2005. godini palo 200 mm više oborina u odnosu na višegodišnji prosjek.

Moguće povećanje prinosa biljnih kultura u različitim regijama prikazano je u tablicama 3 i 4.

U sušnoj 2003. godini moguće povećanje prinosa odabranih biljnih kultura na području grada Gospića kretalo bi se od 98,1% kod kupusa do 129,5% kod graha, na području grada Umaga od 53,2% kod masline do čak 316,5% kod rajčice, dok bi se na području grada Virovitice moguće povećanje prinosa kretalo od 5,9% kod soje do 125,7% kod paprike.

U hidrološki povoljnijoj 2005. godini bilo je moguće ostvariti povećanje prinosa svih biljnih kultura, s tim da bi ta razlika prinosa između realnog i mogućeg bila znatno manja, nego što bi to bilo u sušnoj 2003. godini (tablica 4). Povećanje prinosa na području Gospića bilo bi u rasponu od 18,6% kod kupusa do 42,2% kod graha, na području Umaga u rasponu od 19,3% kod masline do 74,2% kod rajčice, dok bi se povećanje prinosa na području Virovitice kretalo u rasponu od 2,5% kod soje do 14,4% kod šećerne repe.

Na temelju prikazanih rezultata vidljivo je, da bi i u hidrološki povoljnijim godinama bilo moguće povećati prinose uzgajanih biljnih kultura, kada bi u tlu bilo dovoljno vode za njihov optimalni razvoj. 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 sa većim ili manjim posljedicama, o kojima su pisali Mađar i sur. (1998.), Romić i sur. (2005.), Šimunić i sur. (2006.), Šimunić i Tomić (2006.).

Prema navedenom, može se zaključiti da je više i stabilnije prinose biljnih kultura moguće ostvariti uz osiguranje dovoljno vode u tlu u svim fazama njihovog razvoja.



Tablica 3: Prinos kultura bez navodnjavanja, moguće povećanje prinosa uz primjenu navodnjavanja, te razlika prinosa, u 2003. godini

Lokacija	Kultura	Prinos (t/ha)	Moguće povećanje prinosa (t/ha)	Razlika	
				t/ha	%
		A	B	B-A	
OPG, Gospić	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
OPG Umag	Rajčica	20,00	83,33	63,33	316,5
	Vinova loza	8,00	13,14	5,14	64,2
	Maslina	2,50	3,83	1,33	53,2
OPG, Virovitica	Soja	2,05	2,17	0,12	5,9
	Šećerna repa	28,95	50,61	21,66	74,8
	Paprika	19,45	43,91	24,46	125,7

Tablica 4: Prinos kultura bez navodnjavanja, moguće povećanje prinosa uz primjenu navodnjavanja, te razlika prinosa, u 2005. godini

Lokacija	Kultura	Prinos (t/ha)	Moguće povećanje prinosa (t/ha)	Razlika	
				t/ha	%
		A	B	B-A	
OPG, Gospić	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
OPG, Umag	Rajčica	40,00	69,69	29,69	74,2
	Vinova loza	10,00	12,27	2,27	22,7
	Maslina	4,50	5,37	0,87	19,3
OPG, Virovitica	Soja	2,75	2,82	0,07	2,5
	Šećerna repa	35,50	40,62	5,12	14,4
	Paprika	28,60	31,64	3,04	10,6

#### 4. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata istraživanja u dvije različite hidrološke godine (2003. i 2005.) te u tri različite regije i različita OPG, može se zaključiti sljedeće:

1. Uz dovoljno vode u tlu, bilo je moguće i u sušnoj 2003., a dijelom i u hidrološki povoljnijoj 2005. godini u svim regijama povećati prinose istraživanih biljnih kultura, s tim da bi povećanje prinosa u sušnoj godini bilo veće nego u hidrološki povoljnijoj godini.

2. U sušnoj 2003. godini moguće povećanje prinosa biljnih kultura na području grada Gospića kretalo bi se od

98,1% (kupus) do 129,5% (grah), na području grada Umaga od 53,2% (maslina) do 316,5% (rajčica) i na području grada Virovitice od 5,9% (soja) do 125,7% (paprika).

3. U hidrološki povoljnijoj 2005. godini moguće povećanje prinosa biljnih kultura na području grada Gospića kretalo bi se od 18,6% (kupus) do 42,2% (grah), na području grada Umaga od 19,3% (maslina) do 74,2% (rajčica) i na području grada Virovitice od 2,5% (soja) do 14,4% (šećerna repa). ■

#### LITERATURA

- 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.
- FAO (1992.): CROPWAT – a computer program for irrigation planning and management. *Irrigation and drainage paper No. 46*, Food and agriculture organization, Rome.
- FAO (1998.): Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). *Irrigation*

- and drainage paper No. 56*, Food and agriculture organization, Rome.
- Husnjak, S. (2007.): Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama. *Zbornik radova znanstvenog skupa „Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostor“* (ur. M. Maceljki, F. Tomić), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Razred za prirodne znanosti i Razred za tehničke znanosti, 21-37.
- Kos, Z. (2004.): Hrvatska i navodnjavanje. *Hrvatska vodoprivreda*, 142, 30-41.

- Mađar, S., Šošćarić, J., Tomić, F., Marušić, J. (1998.): Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu istočne Hrvatske. *Zbornik radova znanstvenog skupa s međunarodnim sudjelovanjem „Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama“* (ur. M. Maceljki), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 127-135.
- Romić, D., Marušić, J. i sur. (2005.): NAPNAV – Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Šimunić, I., Senta, Ankica, Tomić, F. (2006.): Potreba i mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih kultura u sjevernom dijelu Republike Hrvatske. *Agronomski glasnik*, 1,13-31.
- Šimunić, I., Tomić, F. (2006.): Influence of climate changes on irrigation requirements in northern Croatia. *23rd Conference of the Danube countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management*, P.11., Belgrade.
- Škorić, A., Filipovski, G., Čirić, M. (1985.): *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.
- Tomić, F. (2009.): Hrvatska poljoprivreda u vrijeme pristupanja u Europsku uniju. *Hrvatske vode*, 17(69/70), 293-296.
- 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“* (ur. M. Maceljki, F. Tomić), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Razred za prirodne znanosti i Razred za tehničke znanosti, 7-20.
- Vidaček, Ž. (1981.): Procjena proizvodnog prostora i prikladnosti tla za navodnjavanje u istočnoj Slavoniji i Baranji. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 57, 471-502.

## DRAUGHT IMPACT ON YIELD RATE IN DIFFERENT REGIONS OF CROATIA

**Abstract.** The aim of the paper was to investigate draught impact on crop yield rates in two hydrologically different years (2003 and 2005) and three different regions in Croatia (mountainous, coastal and Pannonian Croatia).

The paper takes into consideration soil types characteristic for investigation areas, i.e. dystric cambisol in the area of Gospić, terra rossa in the area of Umag and alluvial-meadow soil in the area of Virovitica.

In the draught year of 2003, it was possible, with sufficient water quantities in the soil, to increase crop yields from 98.1% to 129.5% in the area of Gospić, from 53.2% to 316.5% in the area of Umag and from 5.9% to 125.7% in the area of Virovitica. In the hydrologically more favourable year of 2005, it was possible to increase yields from 18.6% to 42.2% in the area of Gospić, from 19.3% to 74.2% in the area of Umag and from 2.5% to 14.4% in the area of Virovitica. Results show that yield rate is dependant on quantity and distribution of precipitation.

**Key words:** regions, draught, yield decrease

## AUSWIRKUNGEN DER DÜRRE AUF DIE ERTRAGSHÖHE IN MEHREREN REGIONEN KROATIENS

**Zusammenfassung.** Das Ziel dieser Arbeit war, die Auswirkungen der Dürre auf die Ertragshöhe bestimmter landwirtschaftlicher Kulturen in zwei unterschiedlichen hydrologischen Jahren (2003 und 2005) in drei verschiedenen Regionen Kroatiens (Gebirgsregion, Küstenregion und Pannonien) zu untersuchen.

In der Arbeit werden die für diese Gebiete charakteristischen Bodentypen betrachtet, nämlich saure Braunerde auf dem Gebiet von Gospić, Roterde auf dem Gebiet von Umag und alluvialer Wiesenboden auf dem Gebiet von Virovitica.

Im Trockenjahr 2003 war es möglich, die Erträge mit einer genügenden Wassermenge im Boden zu erhöhen und zwar zwischen 98,1% und 129,5% auf dem Gebiet von Gospić, zwischen 53,2% und 316,5% auf dem Gebiet von Umag und zwischen 5,9% und 125,7% auf dem Gebiet von Virovitica. In hydrologisch günstigerem Jahr 2005 war es möglich, die Erträge zwischen 18,6% und 42,2% auf dem Gebiet von Gospić, zwischen 19,3% und 74,2% auf dem Gebiet von Umag und zwischen 2,5% und 14,4% auf dem Gebiet von Virovitica zu erhöhen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Ertragshöhe durch die Niederschlagsmenge und -verteilung bedingt ist.

**Schlüsselwörter:** Regionen, Dürre, Ertragsverminderung