

# UTJECAJ SUŠE NA SMANJENJE URODA KUKURUZA (*Zea mays* L.)

---

**Miljević, Martin**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:338412>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-10**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Martin Miljević, absolvent

Stručni studij, ratarstvo

**UTJECAJ SUŠE NA SMANJENJE URODA KUKURUZA (*Zea mays* L.)**

**Završni rad**

**Osijek, 2016.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Martin Miljević, absolvent

Stručni studij, ratarstvo

**UTJECAJ SUŠE NA SMANJENJE URODA KUKURUZA (*Zea mays* L.)**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik

2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor

3. dr. sc. Dario Iljkić, član

**Osijek, 2016.**

## SADRŽAJ

<b>1. Uvod</b>	1
<i>1.1. Značaj proizvodnje kukuruza</i>	1
<i>1.2. Proizvodnja kukuruza u Svijetu</i>	3
<i>1.3. Površine pod kukuruzom u Republici Hrvatskoj</i>	4
<b>2. Cilj istraživanja</b>	6
<b>3. Utjecaj vremenskih prilika na proizvodnju kukuruza</b>	7
<i>3.1. Analiza temperature zraka u proizvodnji zrna kukuruza</i>	8
<i>3.2. Analiza oborina u proizvodnji zrna kukuruza</i>	11
<b>4. Zaključak</b>	16
<b>5. Sažetak</b>	17
<b>6. Summary</b>	18
<b>7. Literatura</b>	19
<b>8. Popis tablica i grafikona</b>	21
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	22

## 1. Uvod

Najstarija gospodarska grana na svijetu je poljoprivreda, njeni proizvodi osiguravaju opstanak ljudi, međutim, ljudska populacija ima tendenciju porasta te tako dolazi do nedostatka hrane. Žitarice su nezamjenjive kako u prehrani ljudi i stoke tako i u drugim industrijskim granama. Kukuruz je uz pšenicu i rižu, najzastupljeniji usjevi na Europskim, a tako i svjetskim oranicama.

### 1.1. Značaj proizvodnje kukuruza

Kukuruz (*Zea mays L.*) je podrijetlom iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je i proširen u Europu i druge kontinente. Kukuruz se uzgaja u cijelom svijetu, a područje uzgoja vrlo mu je veliko, što mu omogućuje različita duljina vegetacije. Raznolike mogućnosti upotrebe te sposobnost kukuruza da može uspjevati i na lošijim tlima kao i u lošijim klimatskim uvjetima razlog je njegovog uzgoja u cijelom svijetu.

Kukuruzu niti do danas nije pronađen divlji predak. Pretpostavlja se da je postojao i izumro. Kukuruz je bio poznat domorocima američkog kontinenta, a uzgajali su ga Azteci, Inke, Maje. Na osnovu arheoloških nalaza i citogenetičkih istraživanja danas smatra se da je pradomovina kukuruza Mexico.

Columbo je 1492. donio kukuruz u Španjolsku, a na Balkan je došao u drugoj polovici 16. st., te iz Dalmacije u naše krajeve dopremljen je 1572. godine. U prvim pisanim dokumentima nazivan je urmentin.

Važnost i upotreba kukuruza svrstale su ga u žitarice kojima se poklanja velika pozornost i povećavaju se naporu u proučavanju čitavog niza problema koji rezultiraju uvođenjem suvremene agrotehnike, primjenom znanstvenih i stručnih dostignuća, korištenjem velikog potencijala rodosti i drugih čimbenika značajnih za suvremenu proizvodnju.

Kukuruz je danas najzastupljenija žitarica svjetskih oranica što je rezultat širokog areala rasprostranjenosti te je i najistraženija biljna vrsta u genetici i selekciji na što ukazuju različiti hibridi kukuruza. Uz sve navedeno, kukuruz ima najveći potencijal rodosti od svih žitarica. Od svih osam rodova kukuruza najbitniji je rod *Zea* koji ima samo jednu vrstu *Zea mays*. Tablica 1. prikazuje vrstu *Zea mays* koja ima nekoliko podvrsta.

Tablica 1. *Zea mays* podvrste

Red. br.	Latinski naziv	Udomaćeni naziv
1.	<i>Zea mays indentata Sturt.</i>	zuban
2.	<i>Zea mays L. indurata Sturt.</i>	tvrdunac
3.	<i>Zea mays L. ceratina Kulesk.</i>	voštanac
4.	<i>Zea mays L. semindentata Kulesk.</i>	poluzuban
5.	<i>Zea mays L. saccharata Sturt.</i>	šećerac
6.	<i>Zea mays L. amylosaccharata Sturt.</i>	škrobni šećerac
7.	<i>Zea mays L. everta Sturt.</i>	kokičar
8.	<i>Zea mays L. tunicata Sturt.</i>	pljevičar
9.	<i>Zea mays L. amylacea Sturt.</i>	mekunac

Izvor: [hr.wikipedia.org/wiki/Kukuruz](http://hr.wikipedia.org/wiki/Kukuruz)

Najznačajniji navedeni hibridi u tablici prema gospodarskom značaju su zuban i tvrdunac te ih slijede šećerac i kokičar.

Uz pšenicu i rižu, kukuruz je najvažniji usjev u svijetu prema površinama koje zaposjeda, biološkom potencijalu i mogućnosti raznovrsnog korištenja. Gotovo svi dijelovi biljke kukuruza mogu poslužiti za preradu, pa upravo to daje kukuruzu poseban ekonomski značaj. Danas se proizvodi više od 500 različitih industrijskih prerađevina od kukuruza, evo nekih proizvodnih grupa:

- a) *prehrambeni proizvodi*: hrana za dojenčad, kukuruzne flekice, sredstva za zgušnjavanje hrane, za popravljivanje kvalitete kruha, za specijalni kruh, juhe i ostalo;
- b) *ljekarski proizvodi* – (sirup i ostalo);
- c) *farmaceutska i kozmetička sredstva*; za proizvodnju alkohola, ulja
- d) *razni napici*: alkohol, kiseline (mliječna, limunska);
- e) *tekstilni proizvodi*: umjetno vlakno;
- f) *kemijski proizvodi*: boje, politure, azbest, nitroceluloza, furfuroli, sirovina za industriju papira i plastičnih masa.
- g) *proizvodnji biogoriva* : velik značaj u zadnje vrijeme, osobito u SAD- u,

Proizvodnja kukuruza iako globalno važna proizvodnja uz primjenu najnovijih trendova u agrotehnici ne može izbjeći klimatske utjecaje kao na primjer problem sa sušenim periodima, koje su sve prisutnije do razmjera elementarnih nepogoda. Posljedica je to općih klimatskih promjena, a utjecaj suše na proizvodnju kukuruza je cilj istraživanja ovog rada.

## 1.2. *Proizvodnja kukuruza u Svijetu*

Uzgojno područje kukuruza je od ekvatora do 58° sjeverne geografske širine i do 38° južnegeografske širine. Optimalno uzgojno područje je od 15 do 45° sjeverne geografske širine i od 21do 35° južne geografske širine, dok se najviše kukuruza uzgaja između 30 i 55° sjeverne geografske širine. Hrvatska se nalazi u optimalnom uzgojnom području za uzgoj kukuruza.

Kako je već kazano po zasijanim površinama kukuruz je treća svjetska kultura, nakon pšenice i riže. Prema statističkim podacima FAOSTAT Database (FAO, 2011.) kukuruz je u razdoblju 1999.-2009. godine prosječno uzgajan na oko 147 milijuna hektara svjetskih oranica uz ukupnu proizvodnju od oko 695,5 milijuna tona i prosječni prinos od 4,7 t/ha. Najveće površine zasijane su SAD-U, Kini, Brazilu, Meksiku. Tablica 2. Prikazuje površine pod kukuruzom u Svijetu te prosječne prinose.

Tablica 2. Površine pod kukuruzom u Svijetu

Red. br.	Površine, mil. ha	Prosječni prinosi, t/ha
1.	SAD oko 30 milijuna ha	10,3 t/ha
2.	Kina oko 25 milijuna ha	5,2 t/ha
3.	Brazil oko 13 milijuna ha	3,7 t/ha
4.	Meksiko 6,5 milijuna ha	3,2 t/ha

Izvor: FAOSTAT DatabaseResults

Prema podacima Faostata, površine i prosječni prinosi zrna kukuruza odnose se na 2009.godinu kao slučajni odabir promatranog perioda proizvodnje kukuruza 2000.- 2014. godine gdje SAD prednjači i po površinama kao i prosječnim prinosima s 10,3 t/ha.



1.Slika. Zrno kukuruza  
(Fotografija: M. Miljević)

### 1.3. Proizvodnja kukuruza u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj u promatranom periodu od 15 godina kukuruz je sijan na površinama od 250 000 - 300 000 ha, uz ostvarene prosječne prinose u rasponu od 4 -8t/ha, što je prikazano u tablici 3.Kukuruz može dati izuzetno visoke prinose po jedinici površine, postignut maksimalni prirod je oko 25 t/ha, gospodarski je to važna proizvodnja.U Hrvatskoj se po stanovniku godišnje prosječno proizvodi 350 do 400 kg zrna kukuruza.

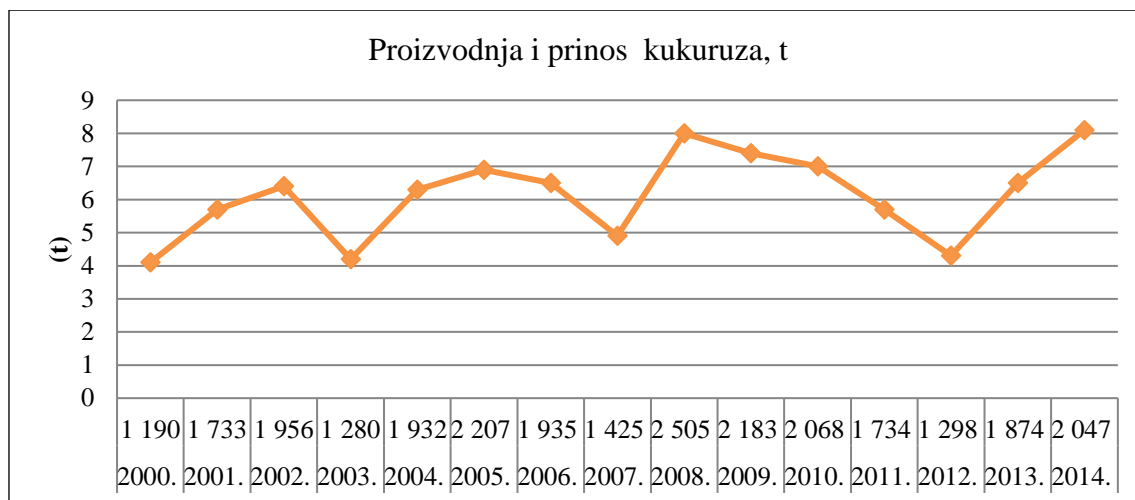
Tablica 3. Proizvodnja kukuruza od 2000. - 2014. god. u Hrvatskoj

Godine	Površina, ha	Ukupni prinos, tis. t	Prinos t/ha,
2000.	292 431	1 190	4,1
2001.	305 867	1 733	5,7
2002.	306 805	1 956	6,4
2003.	304 722	1 280	4,2
2004.	306 347	1 932	6,3
2005.	318 973	2 207	6,9
2006.	296 195	1 935	6,5
2007.	288 549	1 425	4,9
2008.	314 062	2 505	8,0
2009.	296 910	2 183	7,4
2010.	296 768	2 068	7,0
2011.	305 130	1 734	5,7
2012.	299 161	1 298	4,3
2013.	288 365	1 874	6,5
2014.	252 567	2 047	8,1

Izvor: DZS, 2015.



Navedeni podaci ukazuju na promatrani period i proizvodnju kukuruza koja je u 2000.godini bila na površini od 292 431 ha i proizvedeno je 1190 000 t kukuruza s prosječnim prinosom od 4,1 t/ha., a za primjer 2014. godine na manjoj površini tj. 252 567 ha proizvedeno je dvostruko više kukuruza 2 047 000 t jer je prinosi bio 8,1 t/ha (Grafikon 1).



Grafikon 1. Proizvodnja i prinos zrna kukuruza u razdoblju od 2000. do 2014. godine u Republici Hrvatskoj

Grafikon ukazuje na oscilacije u proizvodnji kukuruza. Proizvodnja kukuruza u Republici Hrvatskoj zabilježila je prinose oko 4t/ha u 2000., 2003., 2007. i 2012. godini, a prinose preko 7 t/ha u 2008., 2009. i 2014. godini.

## 2. Cilj istraživanja

Cilj ovoga rada je analiza proizvodnje kukuruza u razdoblju od 2000. - 2014. godine s osvrtom na utjecaj povišenih temperatura odnosno smanjenja oborina kroz promatrani period od 15 godina u kojima je vidljiv utjecaj suše na urod kukuruza.



2.Slika. Kukuruz

(Izvor: [www.novi-svjetski-poredak.com](http://www.novi-svjetski-poredak.com))

### 3. Utjecaj vremenskih prilika na proizvodnju kukuruza

Vremenske prilike, posebice količina i raspored oborina i srednje temperature zraka imaju značajnu ulogu u formiranju prinosa kukuruza. Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, posebice oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). Pravilo je da su, veće količine dobro raspoređenih oborina i niže temperature zraka tijekom tri ljetna mjeseca, povoljnije za uzgoj kukuruza. (Kovačević i sur., 2010.; Pepó i Kovačević, 2011.)

Kukuruz je biljka koja ekonomično troši vodu, međutim, potrebe za vodom su mu vrlo velike te ovise o pojedinoj fazi rasta u kojoj se kukuruz nalazi i o temperaturi zraka. Nakon sjetve potrebna je dovoljna količina vlage kako bi zrno počelo bubriti te započelo klijanje. Uz povoljnu vlagu u fazama klijanja i nicanja potrebna je i odgovarajuća temperatura tla. Prema većem broju autora urodi zrna kukuruza znatno su niži u sušnim godinama.

Suša je agroekološki termin koji znači narušavanje zaliha vode, a time i ugrožavanje života biljke. Suša se pojavljuje kad je količina oborina niža od neke kritične vrijednosti ili potpuno izostaje u određenom vremenskom razdoblju. Poljoprivredna suša pojavljuje se kada je sadržaj vode u tlu u vegetacijskom razdoblju nedovoljan za zdrave biljke koje dođu u stadij zrenja, uzrokujući pri tom oštećenja biljke i uvenueće.

Kukuruz se u našem području sije kada se temperatura tla sjetvenog sloja stabilizira na oko 10°C, ali je optimalna temperatura za proizvodne uvjete oko 25 °C. U ranom porastu kukuruza poželjne su skromnije količine oborina kako bi se provocirao rast korijena u dubinu. U ovoj fazi poželjne su temperature zraka iznad 15 °C. U fazama intenzivnog porasta, cvatnje i oplodnje potrebna je dovoljna količina vlage uz optimalnu temperaturu zraka od 18 °C do 20 °C, odnosno od 22 °C do 23 °C u fazama formiranja, nalijevanja i sazrijevanja zrna. Za vrijeme cvatnje i oplodnje kukuruz ne podnosi visoke temperature i nisku relativnu vlagu zraka. Kritično razdoblje potreba kukuruza prema vodi je od oko dva tjedna prije i do oko dva tjedna nakon metličanja. Općenito, temperature iznad 26 °C su kritične za postizanje visokih prinosa (Shaw, 1988.). Stres uzrokovan sušom i visokim temperaturama zraka te nedostatak vlage u ljetnim mjesecima negativno utječu na cvatnju, oplodnju i rani razvoj zrna kukuruza te su često uzrok nižih prinosa.

### 3.1. Analiza temperature zraka u proizvodnji zrna kukuruza

Za potrebe rada promatrani period u višegodišnjem nizu mjesečnih i godišnjih količina oborina u razdoblju 2000. - 2014.god., tablica 4. pomoći će pri usporedbi povoljnih odnosno nepovoljnih godina u proizvodnji kukuruza i utjecaju na urod u sušnom periodu.

Tablica 4. Srednje mjesečne temperature zraka na području Osijeka u razdoblju od 2000. do 2014. godine

God.	Siječ	Velj	Ožuj	Trav.	Svib.	Lipa.	Srpa.	Kolo	Ruja.	List.	Stud	Pros
2000	-1,6	4,2	7,0	14,9	18,4	22,5	21,7	23,7	16,7	14,1	10,0	3,0
2001	2,7	4,2	9,9	10,9	18,4	18,1	21,6	22,7	14,9	13,9	3,5	-3,8
2002	-0,2	6,0	8,4	11,2	18,6	21,1	22,3	20,9	15,4	11,3	8,8	0,9
2003	-2,4	-3,1	5,9	11,3	20,1	24,3	22,1	23,6	15,9	9,4	7,5	1,4
2004	-1,4	2,3	5,8	11,7	14,6	19,2	21,5	21,0	15,5	13,2	6,2	1,9
2005	0,0	-3,3	4,1	11,5	17,0	19,5	21,6	19,3	17,1	11,7	5,0	1,7
2006	-1,6	1,2	5,4	12,7	16,2	20,1	23,5	19,3	17,8	13,0	7,8	3,0
2007	5,8	6,1	8,5	13,3	18,3	22,3	23,8	22,2	14,5	10,3	4,0	0,1
2008	1,5	4,9	7,5	12,5	18,1	21,5	21,9	21,8	15,7	13,0	7,5	3,8
2009	-1,2	2,3	6,8	14,6	18,3	19,2	23,2	22,9	19,1	11,5	8,2	3,1
2010	-0,8	1,4	6,8	12,4	16,5	20,4	23,2	21,7	15,6	9,1	8,9	0,3
2011	1,1	0,7	6,4	13,2	16,7	20,8	22,2	23,0	20,3	10,6	2,3	3,4
2012	2,2	-4,1	8,7	12,5	16,9	22,5	24,8	24,1	18,9	12,1	9,0	0,4
2013	2,1	2,9	5,2	13,1	16,7	20,0	22,9	22,9	15,9	13,7	7,8	1,6
2014	3,7	5,6	9,5	13,2	16,1	20,5	21,8	20,8	17,0	13,3	8,3	3,5
Zbroj °C	9,9	31,3	105,9	189,0	260,9	312,0	338,1	309,1	250,3	180,2	96,5	24,3
Sr.vr. °C	0,7	2,1	7,1	12,6	17,4	20,8	22,5	22,0	16,7	12,0	7,0	1,6
Max. °C	5,8	6,1	9,9	14,9	20,1	24,3	24,8	24,1	20,3	14,1	10,0	3,8
Min. °C	-2,4	-4,1	4,1	10,9	14,6	18,1	21,5	19,3	14,5	9,1	2,3	-3,8

Izvor: DZS, upišite godinu 2001-1015

Optimalna temperatura za proizvodnju kukuruza je oko 25 °C, vidljivo je iz gornje tablice da u 15-godišnjem rasponu nije došlo do nepoželjnih 26°C, te da su srednje vrijednosti bile u okviru idealnom za proizvodnju kukuruza (Tablica 5).

Tablica 5. Idealni temperaturni uvjeti za proizvodnju kukuruza

Mjesec	Idealne Srednje temperature, °C	Razdoblje 2000. - 2014.god. Srednje vrijednosti, °C	Odstupanje, %
Svibanj	18,3	17,4	4,9
Lipanj	21,7	20,8	4,1
Srpanj	22,8	22,5	1,3
Kolovoz	22,8	22,0	3,5
Rujan	Toplije i suše od prosjeka		

[http://www.obz.hr/vanjski/CD\\_AGBASE2/HTM/kukuruz.htm](http://www.obz.hr/vanjski/CD_AGBASE2/HTM/kukuruz.htm)

Navedene temperaturne vrijednosti su u rasponu poželjnom za proizvodnju kukuruza i postotak odstupanja prema Tablici 5. idealnih temperaturnih uvjeta za proizvodnju kukuruza u granicama 3,5 - 4,9 % govori nam da odstupanje koje prosječno iznosi 3,4 % možemo promatrati u okviru idealnih temperaturnih vrijednosti za proizvodnju kukuruza.

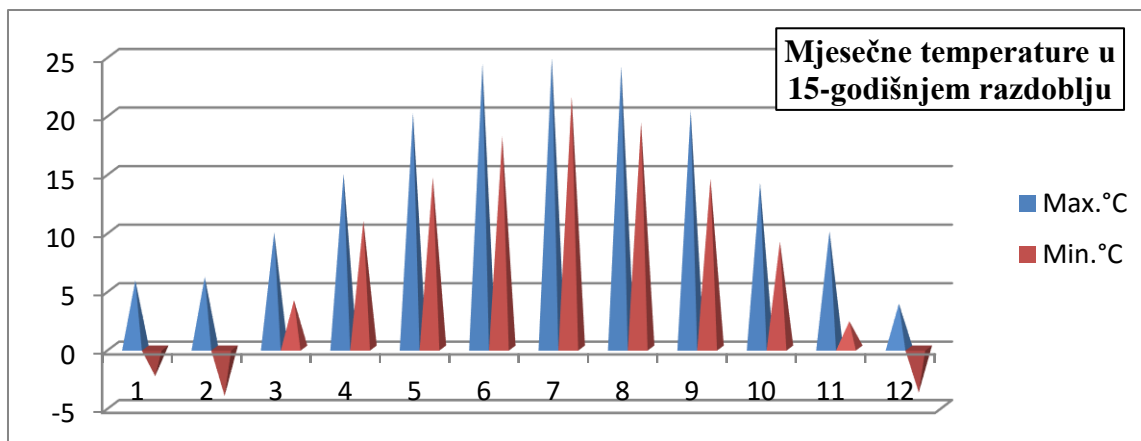
Tablica 6. Srednje godišnje temperature zraka u razdoblju od 2000. do 2014. godine na području Osijeka

God.	Ukupno	Prosjek , °C	Max. vrijednosti, °C	Min. vrijednosti, °C
2000.	154,6	12,9	23,7	-1,6
2001.	137	11,4	22,7	-3,8
2002.	144,7	12,1	22,3	-0,2
2003.	136	11,3	24,3	-3,1
2004.	131,5	11,0	21,5	-1,4
2005.	125,2	10,4	21,6	-3,3
2006.	138,4	11,5	23,5	-1,6
2007.	149,2	12,4	23,8	0,1
2008.	149,7	12,5	21,9	1,5
2009.	148	12,3	23,2	-1,2
2010.	135,5	11,3	23,2	-0,8
2011.	140,7	11,7	23	0,7
2012.	148	12,3	24,8	-4,1
2013.	144,8	12,1	22,9	1,6
2014.	153,3	12,8	21,8	3,5
Prosjek, °C	142,44	11,9	22,9	-0,9

Izvor: DZS, upišite godinu 2001-1015

Manja odstupanja srednjih vrijednosti od idealnih uvjeta za proizvodnju kukuruza u promatranom razdoblju 2000. - 2014. god. nisu doveli do viših prinosa kukuruza. Odstupanja koja se događaju kod minimalnih vrijednosti temperatura su dio problema u pojedinoj fazi proizvodnje kukuruza (grafikon 2).

Maksimalne vrijednosti temperatura u mjesecima kada kukuruz formira i nalijeva zrno odnosno u fazi sazrijevanja u promatranoj periodu od 15 godina kretala se u temperaturnim okvirima poželjnim za proizvodnju kukuruza, što je vidljivo iz grafikona 2.



Grafikon 2. Minimalne i maksimalne mjesečne temperature zraka na području Osijeka

Obzirom na značaj kukuruza u poljodjelstvu Istočne Hrvatske (Slavonija i Baranja), na čijem se području sije oko 200.000 ha godišnje, računanje sume efektivnih temperatura za kukuruz od velike je važnosti. Ove jedinice imaju svoju praktičnu primjenu u svijetu najpoznatijih proizvođača kukuruza (SAD i Kanada), gdje su ovi pokazatelji vrlo korisni pri određivanju rajonizacije hibrida, odnosno FAO grupa zrelosti.

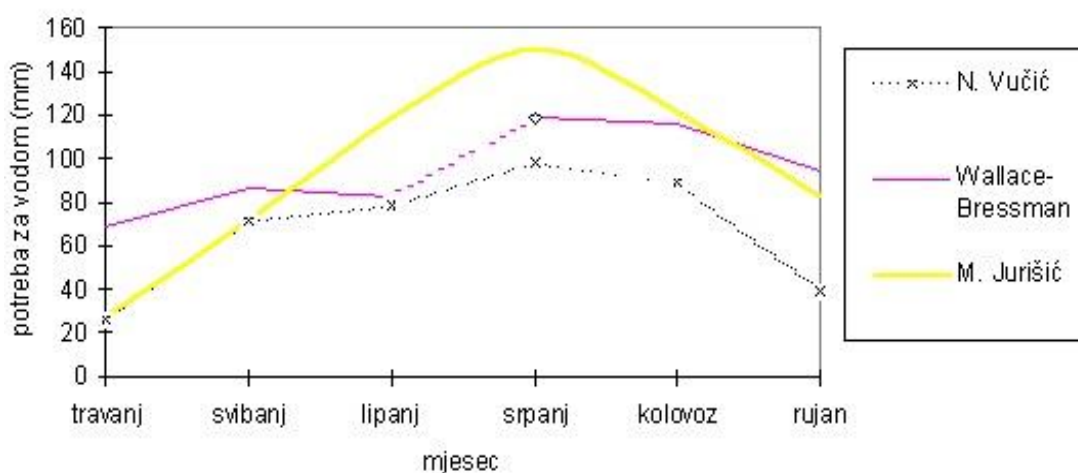
Danas u svijetu najraširenije su dvije metode izračuna efektivnih temperatura za kukuruz ili sume toplinskih jedinica: 1. Izračun GDU jedinica (GROWING DEGREE UNITS), više korišten u SAD i 2. Izračun CHU jedinica (CORN HEAT UNITS), više korišten u Kanadi. Matematički izraz računanje GDU jedinice je slijedeći:

$$GDU = \frac{(T_{max} - T_{min})}{2} - 10$$

Kukuruz ima nizak transpiracijski koeficijent (250-270l/kg), dobro razvijen korjenov sustav koji može crpiti vodu iz dubljih slojeva tla. Da bi sjeme kukuruza moglo početi klijati treba upiti oko 45% vode. Uz povoljnu temperaturu sjeme će brzo klijati i nicati pri vlažnosti tla od oko 70 do 80% od maksimalnog vodnog kapaciteta. Potrebe za vodom povećavaju se u vrijeme intenzivnog vegetativnog porasta, a najveće su neposredno pred metličanje i svilanje za vrijeme oplodnje i u početku nalijevanja zrna.

### 3.2. Analiza oborina u proizvodnji zrna kukuruza

Bitan je utjecaj klimatskih činitelja na porast kukuruza pa je i veći broj autora utvrdio potrebite količine oborina u različitim klimatskim uvjetima, te su iz tih razloga utvrđene potrebe za vodom u odgovarajućem razdoblju. Najveće potrebe za vodom podudaraju se za srednje kasne i kasne hibride upravo u razdoblju predmetličanje, svilanje i fazi formiranja zrna, što je u skladu sa spoznajom većine autora koji su došli do sličnih zaključaka za “kritično razdoblje”. Potrebe kukuruza za vodom tijekom razdoblja vegetacije prema različitim autorima prikazane su grafikonom 3. (Jurišić, 1997.)



Grafikon 3. Potrebe kukuruza za vodom tijekom vegetacije u različitim klimatskim uvjetima (prosječne vrijednosti-trogodišnja razdoblja)

U tablici 7. prikazane su mjesečne količine oborine promatranoga razdoblja kao i višegodišnji prosjek (1961-1990.) na području Osijeka.

Tablica 7. Mjesečne količine oborina u razdoblju 2000. - 2014. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.)na području Osijeka

God.	Sije	Velj.	Ožuj.	Trav.	Svib.	Lipa.	Srpa.	Kolo.	Ruja.	List.	Stud.	Pros.
2000	17,5	14,8	41,0	27,5	26,3	9,6	62,8	5,3	23,0	10,1	42,4	36,7
2001	74,6	22,9	83,0	72,0	60,1	239,5	77,1	7,1	195,2	5,1	74,0	33,9
2002	11,1	48,2	10,1	63,8	135,4	36,6	59,3	84,3	81,6	58,8	40,2	24,4
2003	66,4	15,6	4,6	11,9	18,4	43,9	59,8	41,8	50,7	132,0	44,8	26,6
2004	50,4	50,0	40,6	136,6	65,1	80,0	43,5	106,5	41,7	93,9	114,5	42,6
2005	35,5	66,2	54,0	55,3	50,5	110,2	170,8	237,6	74,6	5,9	15,9	97,2
2006	32,9	48,3	52,5	86,8	78,6	78,6	78,0	14,6	133,5	10,9	31,1	32,6
2007	25,3	46,5	76,0	2,9	56,1	33,3	27,4	45,0	65,2	92,5	102,7	48,0
2008	33,1	4,7	82,4	48,8	66,9	76,3	68,2	46,9	81,6	34,4	44,9	40,5
2009	60,3	28,6	26,5	18,7	39,4	62,8	13,8	60,6	10,0	55,3	67,8	100,8
2010	83,9	58,6	22,2	71,1	120,8	234,0	31,5	110,8	108,4	67,1	56,3	73,5
2011	23,6	18,4	37,1	19,4	81,2	49,9	73,9	4,6	15,9	28,7	0,4	69,1
2012	28,0	58,1	0,9	45,5	93,7	67,9	47,8	4,0	32,3	66,5	50,2	104,3
2013	60,8	85,8	84,3	44,9	119,0	63,2	36,5	32,9	129,0	52,3	63,8	0,0
2014	36,0	48,0	39,4	81,3	161,4	91,0	66,4	54,3	68,9	87,9	8,8	66,0
Sr.vr.	42,6	41,0	43,6	52,4	78,2	71,1	61,1	57,1	74,1	53,4	50,5	53,1
Max.	83,9	85,8	84,3	136,6	161,4	239,5	170,8	237,6	195,2	132	114,5	104,3
Min.	11,1	4,7	0,9	2,9	18,4	9,6	13,8	4	10	5,1	0,4	0
<b>61.-90.</b>	<b>46,9</b>	<b>40,2</b>	<b>44,8</b>	<b>53,8</b>	<b>58,5</b>	<b>88</b>	<b>64,8</b>	<b>58,5</b>	<b>44,8</b>	<b>41,3</b>	<b>57,3</b>	<b>51,6</b>

<http://www.dhmz.htnet.hr/klima/klima.php?id=mjes>

Mjesečne količine oborina u 15-godišnjem razdoblju, promatranih mjeseci za proizvodnju kukuruza, svoju maksimalnu vrijednost ostvarile su u lipnju 2010. godine od 239,5 mm, a minimalnu vrijednost u kolovozu 2011. godine od 4 mm.

Tablica 8. Idealni uvjeti za proizvodnju kukuruza s obzirom na oborine

Mjesec	Idealne vrijednosti oborina, mm	Razdoblje 2000. - 2014. god. Srednje vrijednosti,	Odstupanje, %
Svibanj	87,5	78,2	10,6
Lipanj	87,5	71,1	18,7
Srpanj	112,5	61,1	45,6
Kolovoz	112,5	57,1	49,2
Rujan	Toplije i suše od prosjeka		

Izvor: OBŽ, 2015.

Tablica 8. prikazuje velika odstupanja u srednjim vrijednostima za proizvodnju kukuruza, što za srpanj i kolovoz promatranog 15-godišnjeg razdoblja ukazuje na veliki postotak odstupanja koji se kreće od 40 do 50% idealnih vrijednosti oborina za proizvodnju kukuruza što ukazuje na pojavnost suše.





3.Slika. Suša 2012.godine

(Izvor: [www.rtl.hr](http://www.rtl.hr))

Sušna razdoblja na području Osječko-baranjske županije prethodno su analizirali Šoštarić i sur. (2012.). Autori su promatrali razdoblje od 1973. do 2011. godine pomoću hidrotermičkog koeficijenta po Seljaninovu. U rezultatima navode kako je na području Osječko-baranjske županije od 1973. do 1993. godine devet godina bilo sušno. Nadalje autori navode da u razdoblju od 1994. do 2011. godine pet godina bilo ekstremno sušno. Kao zaključak autori navode kako sve učestalija pojava suše na području županije zahtijeva provođenje melioracijske mjere navodnjavanja kao dopunske mjere u proizvodnji ljetnih kultura.

Slični zaključci mogli bi biti izvedeni i na temelju ovoga istraživanja. Naime, kako je vidljivo iz tablice 9. u promatranom razdoblju javljaju se godine s nedostatkom oborine u vrijeme vegetacije kukuruza. Sušne godine označene su crvenom bojom jednako kao i ostvareni urodi zrna kukuruza. Kako je vidljivo iz tablice 9. urodi zrna kukuruza u godinama s nedostatkom oborina bili su niži u odnosu na višegodišnji prosjek.

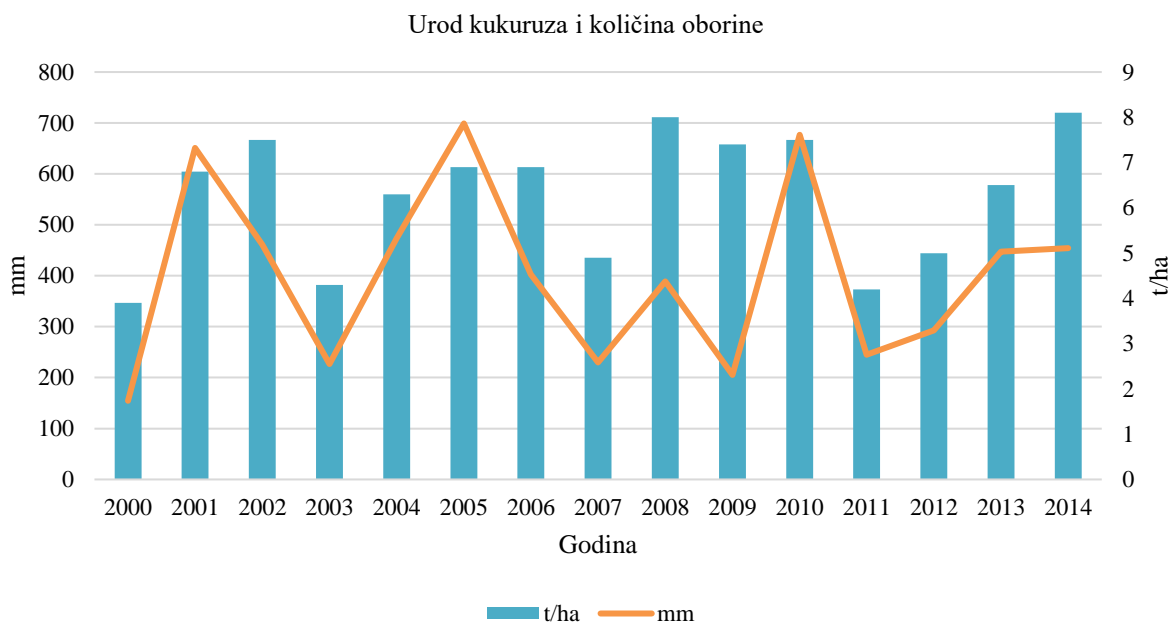
Tablica 9. Količina oborine (godišnja i za vrijeme vegetacije kukuruza) te ostvareni urodi zrna kukuruza na području Osječko-baranjske županije (2000.-2014. godine)

Godina	Ukupna oborina, mm	Oborine u vegetaciji, mm	Urod zrna kukuruza, t/ha
2000	317	154,5	3,9
2001	944,5	651,0	6,8
2002	653,8	461,0	7,5
2003	516,5	226,5	4,3
2004	865,4	473,4	6,3
2005	973,7	699,0	6,9
2006	678,4	402,4	6,9
2007	620,9	229,9	4,9
2008	628,7	388,7	8,0
2009	544,6	205,3	7,4
2010	827,6	676,6	7,5
2011	422,2	244,9	4,2
2012	599,2	292,8	5,0
2013	772,5	447,3	6,5
2014	809,4	611,2	8,1
<b>Prosjeak 2000.-2014.</b>	<b>678,2</b>	<b>410,9</b>	<b>6,2</b>
1961.-1990.	650,5	368,4	

Izvor: DHMZ

Promatrano razdoblje 2000. - 2014.god. imalo je za rezultat velika odstupanja u prinosima koji su se kroz promatrani 15-godišnji period popeli s 4,1 t na 8,1 t, a utjecaj smanjenih oborina kroz promatrani period direktno je povezana s smanjenim urodom zrna kukuruza. Godine s nedostatkom oborine u vrijeme vegetacije kukuruza dale su do 5 t/ha zrna kukuruza što je ispod prosjeka koji iznosi 6,2 t/ha za promatrano razdoblje.

Iz grafikona 4. vidljivo je povećanje i pad uroda zrna kukuruza po promatranim godinama. Najniži urod zrna ostvaren je 2000. godine, 3,9 t/ha. Prosjeak uroda zrna kukuruza na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2000. do 2009. godine 6,5 t/ha što znači da je 2000. godine urod bio niži za čak 40%. Nadalje slijede godine 2003., 2007., 2011. i 2012. godina s urodima od 4,3 t/ha, 4,9 t/ha, 4,2 t/ha i 5 t/ha. Šteta od suše 2013. godine procijenjena je na 1.480.000.000\$ (OBŽ, 2006.).



Grafikon 4. Urod zrna kukuruza i količina oborine na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2000. do 2014. godine

Prema ranije objavljenim podacima (OBŽ, 2013.) na području Osječko-baranjske županije svaka druga godina je sušna što ima za posljedicu enormne štete u poljoprivrednoj proizvodnji, ali i otvaraju pitanje navodnjavanja oraničnih površina kao i učinkovito rješavanje protugradne obrane.

Iz ove analize ne treba izostaviti 2010. godinu koju su obilježili ekstremni klimatski uvjeti, količina oborina znatno veća od višegodišnjeg prosjeka. U vegetativnom razdoblju od mjeseca travnja do rujna ukupno je bilo 584,1 mm<sup>2</sup> oborina, dok je u istom razdoblju 2009. godine bilo 230,0 mm<sup>2</sup>. U mjesecu svibnju bilo je 124,2 mm oborina po m<sup>2</sup>, a u lipnju čak 191,8 mm oborina po m<sup>2</sup>.

Zbog velike količine oborina krajem svibnja i početkom lipnja 2010. godine veliki diopovršina koje su zasijane u proljetnoj sjetvi (kukuruz, soja, suncokret) dugo su ležale u vodi, te su upotpunosti uništene radi čega je proglašeno stanje elementarne nepogode, velike količine oborina i poplava na području Osječko-baranjske županije. Ukupno utvrđena šteta na području Osječko-baranjske županije u 2010. godini bila je 510.073.601,25 kuna (OBŽ, 2011.).

#### 4. Zaključak

Na temelju promatranih godina proizvodnje kukuruza u razdoblju 2000. - 2014.god neke su bile izuzetno dobre po prinosima a neke loše. Odstupanja u oborinama u 15-godišnjem razdoblju upućuje na velike oscilacije. Prinosi koji se kreću od 4,1 t/ha do 8,1 t/ha , a utjecaj smanjenih oborina kroz promatrani period direktno je povezana s smanjenim urodom zrna kukuruza.

Promatrano razdoblje nam ukazuje da u 2009.godini su smanjene oborine od 203,3 mm u vegetacijskom razdoblju ali i prinos od 7,4 t/ha što znači da osim oborina na prinos kukuruza promatranog razdoblja utječu i drugi čimbenici, kao što su agrotehničke mjere i odabir sortimenta.

Oscilacije u prinosu upućuje na povezanost s oborinama u periodu bitnom za vegetaciju kukuruza, promatrano razdoblje 2000. - 2014.god. imalo je za rezultat velika odstupanja u prinosima koji su se kroz promatrani 15-godišnji period popeli s 4,1 t na 8,1 t, a utjecaj smanjenih oborina kroz promatrani period direktno je povezana s smanjenim urodom zrna kukuruza. Godine s nedostatkom oborine u vrijeme vegetacije kukuruza dale su do 5 t/ha zrna kukuruza što je ispod prosjeka koji iznosi 6,2 t/ha za promatrano razdoblje.

Povećanje i pad uroda zrna kukuruza po promatranim godinama gdje je najniži urod zrna ostvaren je 2000. godine, 3,9 t/ha. Prosjek uroda zrna kukuruza na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2000. do 2009. godine 6,5 t/ha što znači da je 2000. godine urod bio niži za čak 40%. Nadalje slijede godine 2003., 2007., 2011. i 2012. godina s urodima od 4,3 t/ha, 4,9 t/ha, 4,2 t/ha i 5 t/ha. Šteta od suše 2013. godine procijenjena je na 1.480.000.000\$ (OBŽ, 2006.).

## **5. Sažetak**

Cilj ovoga rada bio je istražiti utjecaj vremenskih prilika, prvenstveno oborinski i temperaturni režim, na urod kukuruza u razdoblju od 2000. – 20014. godine. Urod kukuruza bio je u rasponu od 4,1 t/ha do 8,1 t/ha. Varijacije uroda rezultat su nepovoljnih godina u pogledu vremenskih prilika. Prvenstveno u količini ali i u rasporedu oborine. Najniži urodi zrna kukuruza zabilježeni su u godinama s ispodprosječnom količinom oborine i nadprosječno visokim temperaturama zraka. Najizraženiji pad uroda je u godinama kada se sušno razdoblje javlja u mjesecu lipnju i srpnju.

Ključne riječi: kukuruz, urod, suša, oborine, temperature zraka

## **6. Summary**

The main goal of this paper is to study the influence of weather conditions to maize grain yield. The tested period is from year 2000 to 2014. Maize grain yield ranged from 4.1 t/ha to 8.1 t/ha. Yield variation came as a result from unfavourable years for maize production, mainly the lack of precipitation as well as unfavourable distribution of precipitation and air temperatures above the long term mean. Yield reduction was considerably higher in growing seasons with dry June and July.

Key words: maize, yield, drought, precipitation, air temperatures

## 7. Literatura

Jasna Šoštarić, Monika Marković, Ivan Šimunović, Marko Josipović (2012.): Irrigation – wishornecessity. Proceedings of 4th International Scientific and ExpertConference of the International TEAM Society. 17 – 19 October, Slavonski Brod, Croatia. Vol. No. 1, 17-20.

Jurišić M. (1997.): Reakcija kukuruza na gnojdbu dušikom i mikroelementima, sklop i režim vlažnosti hidromelioriranog tla. *AgriculturaeConspensusScientificus*. 62(3-4): 227-236.

Kovačević, V., Josipović, M. (2005): Maizeyieldvariationsamongtheyearsintheeastern Croatia. In: Proceedings of the XL Croatian Symposium on Agriculturewith International Participation (S.Jovanovac and V. Kovacevic Editors), 6-19 February 2005, Opatija, Croatia, 455 – 456.

Kovacevic, V., Sostaric, J., Rastija, M., Iljkic, D., Markovic M. (2010.): Weathercharacteristicsof 2009 withaspect of springfieldcropsgrowinginPannonianregion of Croatia. *Agrar- esVidekfejlesztésiSzemle* 2010, 5 (1): 350-356.

Osječko-baranjska županija, OBŽ (2006.): Plan navodnjavanja Osječko-baranjske županije. Osijek, 2006. Dostupno na:<http://www.obz.hr/hr/index.php?tekst=219>, 30. lipnja 2016.; 13:40.

Osječko-baranjska županija, OBŽ (2011.): Informacije o stanju i problematici biljne proizvodnje na području Osječko-baranjske županije, svibanj 2011. Dostupno na: <http://www.obz.hr/hr/pdf/2011/18%20sjednica/Informacija%20o%20stanju%20i%20problematici%20biljne%20proizvodnje%20na%20podrucju%20Osjecko-baranjske%20zupanije.pdf>, 30. lipnja 2016., 13:30.

Pepó, P., Kovacevic, V. (2011): Regionalanalysis of winterwheatyieldsunderdifferent ecologicalconditionsinHungary and Croatia. *Acta AgronomicaHungarica*, 59(1):23-33.

Shaw, R.H. (1988.): ClimaticRequirement. In: G.F. Sprague (ed.). *Corn and CornImprovement* American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.

### Internetske stranice:

<https://bs.wikipedia.org/wiki/Kukuruz>

<http://faostat.fao.org/>

<http://www.dhmz.htnet.hr/klima/klima.php?id=mjes>

Izvor: [http://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/ljetopis](http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis)



## 8. Popis slika i tablica

	<b>Popis slika</b>	<b>Str.</b>
Slika 1.	Zrno kukuruza	3
Slika 2.	Kukuruz	6
Slika 3.	Suša 2012. godine	13

	<b>Popis tablica</b>	<b>Str.</b>
Tablica 1.	<i>Zea mays</i> podvrste	2
Tablica 2.	Površine pod kukuruzom u Svijetu	3
Tablica 3.	Proizvodnja kukuruza od 2000. - 2014. god. u Hrvatskoj	4
Tablica 4.	Srednje mjesečne temperature zraka na području Osijeka u razdoblju od 2000. do 2014. godine	8
Tablica 5.	Idealni temperaturni uvjeti za proizvodnju kukuruza	8
Tablica 6.	Srednje godišnje temperature zraka u razdoblju od 2000. do 2014. godine na području Osijeka	9
Tablica.7.	Mjesečne količine oborina u razdoblju 2000. - 2014. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.)na području Osijeka	12
Tablica 8.	Idealni uvjeti za proizvodnju kukuruza s obzirom na oborine	12
Tablica 9.	Količina oborine (godišnja i za vrijeme vegetacije kukuruza) te ostvareni urodi zrna kukuruza na području Osječko-baranjske županije (2000.-2014. godine)	14

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

UTJECAJ SUŠE NA SMANJENJE URODA KUKURUZA (*Zea mays* L.)

INFLUENCE OF DROUGHT ON MAIZE YIELD REDUCTION (*Zea mays* L.)

Martin Miljević

### **Sažetak**

Cilj ovoga rada bio je istražiti utjecaj vremenskih prilika, prvenstveno oborinski i temperaturni režim, na urod kukuruza u razdoblju od 2000. – 2014. godine. Urod kukuruza bio je u rasponu od 4,1 t/ha do 8,1 t/ha. Varijacije uroda rezultat su nepovoljnih godina u pogledu vremenskih prilika. Prvenstveno u količini ali i u rasporedu oborine. Najniži urodi zrna kukuruza zabilježeni su u godinama s ispodprosječnom količinom oborine i nadprosječno visokim temperaturama zraka. Najizraženiji pad uroda je u godinama kada se sušno razdoblje javlja u mjesecu lipnju i srpnju.

Ključne riječi: kukuruz, urod, suša, oborine, temperature zraka

### **Summary**

The main goal of this paper is to study the influence of weather conditions to maize grain yield. The tested period is from year 2000 to 2014. Maize grain yield ranged from 4.1 t/ha to 8.1 t/ha. Yield variation came as a result from unfavourable years for maize production, mainly the lack of precipitation as well as unfavourable distribution of precipitation and air temperatures above the long term mean. Yield reduction was considerably higher in growing seasons with dry June and July.

Key words: maize, yield, drought, precipitation, air temperatures