

# Utjecaj vremenskih prilika na prinose kukuruza u Hrvatskoj, Mađarskoj, Srbiji, Rumunjskoj i Bosni i Hercegovini

---

**Dokić, Nikolina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:208790>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-29**



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

Nikolina Dokić, apsolvant  
Diplomski studij Bilinogojstvo  
smjera Biljna proizvodnja

**UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOSE KUKURUZA U HRVATSKOJ,  
MAĐARSKOJ, SRBIJI, RUMUNJSKOJ I BOSNI I HERCEGOVINI**

**Diplomski rad**

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nikolina Dokić, apsolvent  
Diplomski studij Bilinogojstvo  
smjera Biljna proizvodnja

**UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOSE KUKURUZA U HRVATSKOJ,  
MAĐARSKOJ, SRBIJI, RUMUNJSKOJ I BOSNI I HERCEGOVINI**

**Diplomski rad**

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nikolina Dokić, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo smjera Biljna proizvodnja

**UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOSE KUKURUZA U HRVATSKOJ,  
MAĐARSKOJ, SRBIJI, RUMUNJSKOJ I BOSNI I HERCEGOVINI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Mirta Rastija, mentor
3. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, član

Osijek, 2015.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	1
1.1. Cilj istraživanja	2
<b>2. PREGLED LITERATURE</b>	3
2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje kukuruza	3
2.2. Utjecaj vremenskih prilika na prinose zrna kukuruza	7
2.3. Klimatske promjene	8
<b>3. MATERIJAL I METODE</b>	10
3.1. Opis analiziranog područja	10
<b>4. REZULTATI</b>	13
4.1. Vremenske prilike analiziranog područja od 2005. do 2012. godine	13
4.2. Prosječni prinosi, površine i proizvodnja kukuruza na analiziranom području od 2005.- 2012. godine	20
<b>5. RASPRAVA</b>	23
<b>6. ZAKLJUČAK</b>	27
<b>7. POPIS LITERATURE</b>	29
<b>8. SAŽETAK</b>	32
<b>9. SUMMARY</b>	33
<b>10. POPIS TABLICA</b>	34
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b>	35
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>	36

## 1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jednogodišnja, jednodomna biljka podrijetlom iz Srednje Amerike (Meksiko). Kukuruz je glavna ratarska kultura u Hrvatskoj i zauzima oko 300 tisuća hektara ili 30% od ukupnih obradivih površina u zemlji. Najveći proizvođači u svijetu su SAD, Kina, Brazil i Meksiko dok u europskim zemaljama dominiraju Francuska, Italija i Rumunjska. Međutim, najveću proizvodnju po hektaru od oko 9 t/ha uz SAD imaju Francuska i Italija (FAO Statistics Division, 2015.). Kukuruz je jedna od najzastupljenijih žitarica na današnjim svjetskim oranicama što je rezultat širokog areala rasprostranjenosti, te je i najistraženija biljna vrsta u genetici i selekciji na što ukazuje postojanje hibrida kukuruza različite duljine vegetacije, kao i hibrida za različite namjene. Uz sve navedeno, kukuruz ima najveći potencijal rodности od svih žitarica.

Kukuruz se sije u pojasu od 58° sjeverne zemljopisne širine (Kanada, sjeverna Rusija) do 40° južne (Argentina i Novi Zeland). Optimalno područje uzgoja kukuruza je od 15° do 45° sjeverne zemljopisne širine i od 20° do 25° južne zemljopisne širine, a najviše se uzgaja između 30° i 55° na sjevernoj hemisferi te u Brazilu i Meksiku.

Veliko je gospodarsko značenje kukuruza u prehrambenoj, kemijskoj, farmaceutskoj i nizu drugih industrija, te se može dobiti preko 500 proizvoda visokog stupnja dorade. Kukuruz može poslužiti kao osnova za oko tisuću različitih industrijskih proizvoda kao što su lijekovi, alkohol, autogume, škrob i slično. U prehrani ljudi ima značajnu ulogu kako u izvornom obliku tako i u prerađenim oblicima, a nezamjenjiva je njegova primjena u hranidbi stoke gdje se koristi kao hrana u zrnju ili kao silaža. U zadnje vrijeme, osobito u SAD-u, dobiva velik značaj u proizvodnji bioetanol.

Svi dijelovi biljke kukuruza (osim korijena koji ostaje u tlu i obogaćuje tlo organskim tvarima, popravlja mu strukturu i potiče mikrobiološku aktivnost tla) mogu se iskoristiti, dijelom u prehrani ljudi i industriji, a cijele stabljike s listom i klipom za silažu ili prehranu domaćih životinja u zelenom stanju. Zrno kao osnovna sirovina u pripravljanju koncentrirane stočne hrane ima izuzetno veliku važnost jer sadrži 70-75% ugljikohidrata, 10% bjelančevina, oko 5% ulja, 15% mineralnih tvari, te 2,5% celuloze. Bjelančevine kukuruza su biološki manje vrijedne od bjelančevina soje i drugih mahunarki zbog nedostatka lizina i triptofana pa je kukuruz zbog velike količine škroba prvenstveno energetska komponenta.

Kod prerade kukuruznog zrna na pojedine osnovne sastojke ne gubi se gotovo ništa. Industrija proizvodi veliki broj grupa proizvoda od kukuruza, odnosno proizvoda u kojima sudjeluje kukuruz kao što su: prehrambeni proizvodi, ljekarski proizvodi, farmaceutska i kozmetička sredstva, razni napici, tekstilni i kemijski proizvodi.

U Republici Hrvatskoj kukuruz je najzastupljenija ratarska kultura. Uzgaja se na oko 300 000 ha što je nešto više od 30 % oraničnih površina pri čemu se većina proizvodnje ostvaruje na području istočne Hrvatske. Posljednjih 15 godina prosječan prinos u našoj zemlji je oko 6 t/ha (DZS, 2015.) što je značajno povećanje u odnosu na ranije razdoblje, međutim primjetna su značajna variranja prinosa između godina. Suša, visoke temperature i loša raspodjela oborina tijekom vegetacije su glavni uzrok, iako ne treba zanemariti i druge činitelje kao što su smanjena potrošnja mineralnih gnojiva po jedinici površine i neke druge restrikcije u agrotehnici uslijed novčanih poteškoća u gospodarstvu.

Prinos kukuruza uvjetovan je različitim agroekološkim uvjetima kao i agrotehničkim mjerama poput vlažnosti i temperature zraka, plodnosti tla, izabranim hibridom, kvalitetnom gnojidbom, odgovarajućim sklopom itd. Kukuruz je biljka toplijih područja i zahtjeva relativno visoke temperature danju i noću tijekom vegetacije, kao i određenu količinu vode. Pravilnim agrotehničkim mjerama mogu se stvoriti povoljni uvjeti za kvalitetan rast i razvoj biljke. Tla istočne Hrvatske su različitih fizikalnih, kemijskih pedoloških i bioloških svojstava, te su kao takva manje ili više pogodna za uzgoj kukuruza.

### **1.1.Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj vremenskih prilika na prinose zrna kukuruza na području Hrvatske, Srbije, Bosne i Hercegovine, Rumunjske i Mađarske u razdoblju od 2005. do 2012. godine.

## **2. PREGLED LITERATURE**

### **2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje kukuruza**

Kukuruz je biljka koja u relativno kratkom vremenu stvori veliku biljnu masu po biljci i po jedinici zasijane površine, pa po toj osnovi ima i velike potrebe za vodom. Također, za tako intenzivnu akumulaciju suhe tvari treba gnojidbom osigurati odgovarajuće količine hraniva jer prirodne zalihe makrohraniva, osobito dušika, fosfora i kalija, nisu dovoljne.

Kukuruz ekonomično troši vodu jer su mu vrijednosti transpiracijskog koeficijenta (količina vode potrebna za stvaranje jedinice mase suhe tvari) obično u rasponu od 240 do 500, što znači da za jedan kilogram suhe tvari treba osigurati 240 do 500 litara vode. Za usporedbu, pšenici treba od 270 do 640 litara vode, a lucerni 570 do 1070 litara vode.

Vrijednosti transpiracijskog koeficijenta ovise djelomice o unutarnjim faktorima (genotip, odnosno podvrsta, hibrid ili sorta, faza razvoja i dr.), a također i o vanjskim faktorima, osobito temperaturi zraka, svojstvima tla i dr. Tako u fazi intenzivnog porasta kukuruz troši 2-4 litre vode po biljci dnevno. Kritično vrijeme u pogledu potreba kukuruza prema vodi je od 15-10 dana prije do 15-20 dana nakon metličanja, što se kalendarski kod nas poklapa obično s razdobljem koje počinje sredinom i drugom polovicom lipnja, a završava u drugoj polovici srpnja. U tom razdoblju bi kukuruz trebao dobiti najmanje 100 mm kiše (Pucarić, 1992.).

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 znatno u vrijeme neposredno pred metličanje i svilanje za vrijeme oplodnje i u početku nalijevanja zrna. Kada se vlažnost tla smanji ispod 10% od maksimalnog vodnoga kapaciteta, kukuruz tada prestaje rasti. Manjak vode u razdoblju najintenzivnijeg porasta može dovesti do manje začetih, odnosno manje realiziranih cvjetova. U vrijeme cvatnje i oplodnje nedostatak vode uzrokuje sterilnost cvjetova, kraća je sposobnost polena za oplodnju, a rast svile je usporen te se ona suši i propada, što ima za posljedicu smanjenu oplodnju i pojavu „nedovršenog” klipa. Nedostatak vode u vrijeme formiranja i nalijevanja zrna skraćuje trajanje nalijevanja, što rezultira manjom masom zrna i konačno nižim prinosom zrna. Višak vode se u našem podneblju može javiti u proljeće i često



je povezan s niskim temperaturama, a posljedice su odgađanje termina sjetve kukuruza, usporavanje rasta i kloroza, te otežano primanje fosfora u biljku.

Temperatura zraka utječe značajno na potrošnju vode kod biljaka, jer se one pojačanom transpiracijom za vrijeme visokih temperature hlade, odnosno višak topline koji prime iz atmosfere pretvaraju u plinovito stanje za što se troši toplinska energija. U našem podneblju su visoke ljetne temperature u uskoj vezi s manjkom oborina odnosno pojavom suše pa takva kombinacija vremenskih prilika ima za posljedicu ispodprosječne prinose kukuruza.

Vremenske prilike, osobito količina i raspored oborina kao i srednje temperature zraka imaju značajnu ulogu u formiranju prinosa ratarskih usjeva. Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja uglavnom su rezultat vremenskih prilika, pogotovo oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). Povećane količine pravilnog rasporeda oborina i niže temperature zraka tijekom tri ljetna mjeseca povoljnije su za uzgoj kukuruza (Kovačević i sur., 2010).

Na našim prostorima su u svezi vremenskih prilika sve aktualnije posljedice suše, osobito tijekom ljetnog razdoblja, tj. srpnja i kolovoza. Poboljšanje biljne proizvodnje u tom smislu može se postići uzgojem otpornijih genotipova, ali i prilagodbom tehnologije sušnijim uvjetima (npr. vrijeme i kvaliteta obrade tla, odgovarajuća gnojidba i kondicioniranje tla i sl.), činjenica je da se većina nepovoljnih svojstava tla može popraviti agromelioracijskim mjerama (Kovačević i Ivezić, 2000.).

Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza.

Kovačević i sur. (2009.) uspoređivali su prinose zrna kukuruza u Istočnoj Hrvatskoj s količinama oborina i srednjim temperaturama zraka u dvije za kukuruz različito povoljne godine. U povoljnoj 2005. godini ostvaren je prosječni prinos od 7,22 t ha<sup>-1</sup>, a u nepovoljnoj, sušnoj 2007. godini prosječan prinos je iznosio samo 4,72 t ha<sup>-1</sup>. Tijekom razdoblja svibanj-kolovoz 2005. godine zabilježeno je 567 mm oborina, a srednja temperatura zraka iznosila je 19,1 °C. U istom razdoblju u nepovoljnoj 2007.godini bilo je samo 161 mm kiše uz temperaturu zraka od 21,6 °C. Višak vode se kod nas javlja obično u proljeće i posljedice

mogu biti odgađanje sjetve kukuruza za kasnije rokove, a u ranom porastu (svibanj i početak lipnja) je najčešće u vezi s niskim temperaturama, što usporava rast i razvoj i produžava vegetaciju. Posljedice viška vode i niskih temperatura za kukuruz su više izražene na slabije propusnim tlima, a prepoznaju se po klorozi, no mogu se pojaviti i znakovi nedostatka fosfora što se manifestira ljubičastom bojom listova. Ova je pojava više rezultat niskih temperatura, jer se sa snižavanjem temperature značajno usporava usvajanje fosfora u biljku pa se na tlima koja su slabije opskrbljena pristupačnim fosforom mogu pojaviti ovi simptomi.

Kukuruz pripada skupini termofilnih biljaka, odnosno onih koje imaju velike potrebe prema toplini. O potrebama kukuruza prema toplini dovoljno govori činjenica da se vegetacija kukuruza treba uklopiti u topli dio godine, odnosno dio godine bez mraza.

Minimalna temperatura tla za klijanje kukuruza u proizvodnim uvjetima je 8-10 °C, a optimalna oko 25 °C. U prvom slučaju je kukuruzu potrebno 3 do 4 tjedna do nicanja, a u drugom slučaju nikne za 5-6 dana nakon sjetve ukoliko u tlu ima dovoljno vode. Međutim, u praksi se ne čekaju optimalne temperature za klijanje i nicanje, već se sjetva preporučuje kada se temperatura tla stabilizira nešto iznad minimalnih temperatura, na 10-12 °C i kada ne postoji opasnost od kasnog proljetnog mraza. Kalendarski se kod nas to obično poklapa sa sredinom travnja.

U početku vegetacije (faza ranog porasta) kukuruz može izdržati niske temperature do -3 °C. Taj stupanj otpornosti prema niskim temperaturama ima do faze 6-8 listova kada je konus rasta ispod površine tla i zaštićen od mraza. U fazi intenzivnog porasta i nakon toga kukuruz ne podnosi negativne temperature. Temperatura najviše utječe na kukuruz u fazama od nicanja do metličanja kada su optimalne temperature 18-20 °C, a pro hladno vrijeme produžava razdoblje do cvatnje. U rasponu od 15-27 °C skoro je linearan utjecaj temperature na dinamiku rasta kukuruza, a pri višim temperaturama se usporava dinamika rasta. Porastom temperature s 19 na 21 °C udvostručuje se rast nadzemnog dijela biljke (Kovačević i Rastija, 2014.). U fazi cvatnje kukuruz ne podnosi visoke temperature i nisku relativnu vlagu zraka što se odražava na kraću biološku aktivnost polena i svile, kao i preveliku vlažnost i niske temperature zraka, kada je otežano širenje polena. Optimalna temperatura za kukuruz u fazama formiranja, naliježavanja i sazrijevanja zrnaje 22 - 23°C (Shaw, 1988.). Pojavom prvog jesenskog mraza

prekida se vegetacija kukuruza jer se pri temperaturama  $-1$  do  $-2^{\circ}\text{C}$  razgrađuje klorofil, listovi prvo požute, a zatim odumiru.

Thompson je (Shaw, 1988.) analizirao utjecaj temperature zraka tijekom niza godina za područje Cornbelta (Kukuruzni pojas) u SAD-u. Najveći prinosi kukuruza ostvareni su u godinama pri temperaturnom režimu iznadprosječnih temperatura početkom vegetacije, te ispodprosječnih temperatura u intenzivnom porastu i tijekom generativnog razvoja. Temperature iznad  $26^{\circ}\text{C}$  su kritične za visoke prinose kukuruza.

Biljke reagiraju na trajanje i intenzitet sunčeve svjetlosti, a ova se pojava zove fotoperiodizam. U tom pogledu razlikujemo biljke dugog dana, biljke kratkog dana i fotoneutralne biljke. Kukuruz je biljka kratkog dana i kod takvih biljaka se u dugom danu usporava (produžava) vegetacija. Ovo treba imati u vidu prilikom izbora hibrida za sjevernija područja. Duži dan tijekom ljetnih mjeseci usporava vegetaciju, a dodatni faktor su niže temperature koje imaju isti učinak na dinamiku vegetacije kukuruza. Kukuruz je biljka koja treba intenzivnu svjetlost i koja ne podnosi zasjenjivanje. Intenzitet svjetlosti koju prima usjev kukuruza može se regulirati gustoćom sjetve, odnosno sklopom i uništavanjem korova.

Kukuruzu najbolje odgovaraju tla povoljnih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tipa černoze i eutrični kambisol. Obzirom da je kukuruz najraširenija ratarska kultura na našim oranicama, uzgaja se i na manje povoljnim tlima, kao što su lesivirana tla i pseudogleji. Manje povoljna kemijska i fizikalna svojstva pseudogleja se mogu popraviti odgovarajućim agromeliorativnim mjerama, kao što su kalcizacija i melioracijska obrada tla (podrivanje, razbijanje nepropusnom sloja u profilu tla dubokim oranjem i dr.).

Na području Panonske regije u Hrvatskoj se svojstva tla pogoršavaju od istoka prema zapadu. Janeković (1971.) je za područje istočne Hrvatske ustanovio zonalnost tla. Na krajnjem istoku prevladavaju smeđa tla, a pomicanjem prema zapadu se povećava udjel lesiviranog tla i pseudogleja. Ovakav raspored tla ima odgovarajuće učinke na prinose ratarskih kultura.

## 2.2. Utjecaj vremenskih prilika na prinose zrna kukuruza

Vremenske prilike, pogotovo količina i raspored oborina i srednje temperature zraka imaju značajnu ulogu u formiranju prinosa ratarskih usjeva. Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo 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).

Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza.

Kovačević i sur. (2009.) uspoređivali su prinose zrna kukuruza u Istočnoj Hrvatskoj s količinama oborina i srednjim temperaturama zraka u dvije za kukuruz različito povoljne godine. U povoljnoj 2005. godini ostvaren je prosječni prinos od 7,22 t ha<sup>-1</sup>, a u nepovoljnoj, sušnoj 2007. godini prosječan prinos je iznosio samo 4,72 t ha<sup>-1</sup>. Tijekom razdoblja svibanj-kolovoz 2005. godine zabilježeno je 567 mm oborina, a srednja temperatura zraka iznosila je 19,1 °C. U istom razdoblju u nepovoljnoj 2007. godini bilo je samo 161 mm kiše uz temperaturu zraka od 21,6 °C.

U našoj regiji su u svezi vremenskih prilika sve češće posljedice suše, osobito tijekom ljetnog razdoblja, tj. srpnja i kolovoza. Poboljšanje biljne proizvodnje u tom smislu može se postići uzgojem otpornijih genotipova, ali i prilagodbom tehnologije sušnijim uvjetima (npr. vrijeme i kvaliteta obrade tla, odgovarajuća gnojidba i kondicioniranje tla i sl.), činjenica je da se većina nepovoljnih svojstava tla može popraviti agromelioracijskim mjerama (Kovačević i Ivezić, 2000.).

Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza. 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.

Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo 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).

### **2. 3. Klimatske promjene**

Porast broja stanovnika, dostupnost obradivog zemljišta i klimatske promjene imaju veliki utjecaj na zadovoljenje potrebe za hranom ljudske populacije. Znanstvenici predviđaju da će broj stanovnika na zemlji doći do 9 milijardi do sredine 21. stoljeća. Bit će sve manje plodnog tla uslijed urbanizacije, salinizacije i pretvaranja obradivih površina u pustinje, a nestašica vode je već ozbiljan problem u nekim dijelovima svijeta. U dvadesetom stoljeću prosječni porast temperature na globalnoj razini je iznosio 0,8 °C, što zabrinjava s obzirom na činjenicu da je za tih 100 godina brzina porasta temperature veća nego za prethodnih 10 000 godina. U znanstvenom izvješću oprocjeni klimatskih promjena ističe se da će daljnji porast stakleničkih plinova uzrokovati dodatno prosječno globalno zagrijavanje atmosfere, od 1,9 – 4,6 °C do 2100. godine, uz promjene temperature od 0,3 °C po desetljeću.

Prinos žitarica i voća u svijetu u 2003. godini kada je prosječna godišnja temperatura bila za 3.5 °C veća od prosječne bio je 20 do 36% manji u odnosu na prosječne vrijednosti. Prinos najznačajnijih usjeva naglo pada na temperaturama većim od 30°C. Do ovoga dolazi, zbog toga što je za glavne usjeve umjerenih područja optimalna temperatura za fotosintezu od 20°C – 25 °C te porastom temperature dolazi do ubrzanog razvoja biljaka i ostaje manje vremena za akumulaciju ugljikohidrata, masti i proteina, koji čine glavninu ploda i zrna. Ukoliko se i dalje nastavi ovakav trend povećanja temperature i smanjenja količine oborina, bit će vrlo teško održati i povećati prinos najvažnijih usjeva.

Klimatske promjene su promjene u prosječnim vremenskim prilikama ili promjene u raspodjeli vremenskih prilika u prosječnim vremenskim uvjetima. Uzrokovane su različitim čimbenicima uključujući promjene u prirodnom svijetu izazvane ljudskom aktivnosti. Globalno zagrijavanje i sve češći ekstremni vremenski uvjeti često se povezuju s klimatskim promjenama. Klimatske promjene imaju izravan, a često i negativan utjecaj na količinu i kvalitetu prinosa. Brojna istraživanja uzela su u obzir utjecaj budućih klimatskih promjena na proizvodnju hrane (Parry i sur., 2005.; Fischer i sur., 2005.; Lobell i Field, 2007.; Vučetić, 2006.). Godišnje globalne temperature povećane su za oko 0,4°C od 1980., uz još veće promjene u nekim područjima (IPCC, 2001.). Lobell i Field (2007.), procijenili su da je oko 30% variranja u globalnom prinosu šest najviše uzgajanih usjeva (pšenica, riža, kukuruz, soja, ječam i sirak) rezultat variranja količine oborina i temperature zraka tijekom vegetacijskog razdoblja.

### 3. MATERIJAL I METODE

Za usporedbu specifičnosti pojedine godine u pogledu vremenskih prilika za razdoblje od 1991. do sada i u budućnosti do 2020., uzima se referentni 30-godišnji prosjek 1961.-1990., koji predstavlja dio slijeda započetog 1901.-1930. Klimatolozi su se na kongresu održanom u Varšavi (Poljska) 1935. godine dogovorili da niz 1901.-1930. bude prosjek s kojim se treba uspoređivati specifičnost vremenskih prilika na određenom mjestu u pojedinoj godini, a da se svakih 30 godina mijenja taj prosjek, zbog toga je za razdoblje od 1991. do 2020. Još uvijek aktualan referentni prosjek od 1961.do 1990. godine

U radu su korišteni podaci mjesečnih i ukupnih količina oborina (mm) i srednjih mjesečnih i prosječnih temperatura zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine kao i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Osijek za područje Republike Hrvatske, Novi Sad za područje Republike Srbije, Banja Luka za područje Bosne i Hercegovine, Craiova za područje Rumunjske i Debrecen za područje Mađarske.

Podaci o požetim površinama i ostvarenim prinosima su preuzeti iz baze FAO (faostat.fao.org) za ispitivano područje Hrvatske, Srbije, Bosne i Hercegovine, Rumunjske i Mađarske.

#### 3.1. Opis analiziranog područja

Analizirano područje šire regije koje obuhvaća Hrvatsku, Srbiju, Bosnu i Hercegovinu, Mađarsku, te Rumunjsku zauzima površinu od 525 661 km<sup>2</sup>.

Tablica 1. Kapaciteti za ratarsku proizvodnju analiziranog područja – korištena poljoprivredna površina (PP) i površina oranica i vrtova (OR), prosjek 2008. – 2012.

Država	Hrvatska	Srbija	BiH	Mađarska	Rumunjska	Ukupno
Površina (km <sup>2</sup> )	56 542	87 460	51 129	93 030	237 500	525 661
PP (ha)	1 315 000	5 055 000	2 142 000	5 538 000	13 825 000	27 875 000
OR (ha)	887 000	3 294 000	1 004 000	4 471 000	8 890 000	18 546 000

### *Republika Hrvatska*

Republika Hrvatska zauzima površinu od 56 542 km<sup>2</sup>. Korištena poljoprivredna površina je 1 315 000 ha (prosjeak 2008. – 2012.) od čega oranice čine oko 887 000 ha ili 67,5% od ukupnog korištenog poljoprivrednog zemljišta. Prema Statističkom ljetopisu Republike Hrvatske (Državni zavod za statistiku RH, 2012.) glavni usjevi u Hrvatskoj su kukuruz (za zrno 305 130 ha i silažni kukuruz 33 041 ha), pšenica (149 797 ha), soja (58 896 ha), ječam (48 318 ha), suncokret (30 041 ha) i šećerna repa (21 723 ha).

### *Republika Srbija*

Republika Srbija obuhvaća površinu od 87 460 km<sup>2</sup> i pokriva južni dio Panonske nizine i središnjeg Balkana. Poljoprivredna površina je 5 055 000 ha, a oranice sudjeluju s 3 294 000 ha ili 65,2% ukupne poljoprivredne površine (Tablica 1.). Glavni usjevi u Srbiji su kukuruz (za zrno 1 258 437 ha i silažni kukuruz 30157 ha), pšenica (493 006 ha), suncokret (174 270 ha), soja 165 253 ha) i šećerna repa (55 627 ha), prema podacima za 2011. godinu.

### *Republika Bosna i Hercegovina*

Republika Bosna i Hercegovina obuhvaća površinu od 51 129 km<sup>2</sup>. Poljoprivredna površina je 2 142 000 ha, a oranice sudjeluju s 1 004 000 ha ili 46,9% ukupne poljoprivredne površine. U strukturi sjetve 2011. godine, evidentno je povećanje zasijanih površina i to žitarica za 3,41%, krmnog bilja za 1,5%, industrijskog bilja za 14,3 % i povrća za 2,6 % u odnosu na prethodnu godinu. U proizvodnji žitarica najviše su zastupljeni kukuruz, s udjelom od 71% te pšenica s udjelom od 20%. Udio ostalih žitarica u proizvodnji iznosi oko 9%. (<http://www.agroklub.com/dokumenti/izvjestaj-iz-oblasti-poljoprivrede-za-bih-2011/1681/>).

### *Republika Mađarska*

Republika Mađarska zauzima površinu od 93 030 km<sup>2</sup>. Korištena poljoprivredna površina je 5 538 000 ha od čega oranice čine 4 471 000 ha (Tablica 1.) ili čak 80,7% od ukupnog korištenog poljoprivrednog zemljišta.

Prema podacima Mađarskog centralnog ureda za statistiku, ukupna produktivna površina kojom raspolaže Mađarska u 2013. godini iznosila je 7 375 000 ha, dok neiskorištene i neobrađene površine čine 1 927 000 ha (ukupno zemljište iznosi 9 303 000 ha). Najviše se



poljoprivrednih površina u Mađarskoj koristi kao oranice (59 %), nakon čega slijede voćnjaci te vinogradi. Dominantno se na oranicama nalaze žitarice, od kojih su u 2013. godini najzastupljeniji bili kukuruz i pšenica (<http://www.agroklub.com/agropedija/poljoprivreda-regije/republika-madjarska-73>).

### *Republika Rumunjska*

Republika Rumunjska zauzima površinu od 237 500km<sup>2</sup>. Korištena poljoprivredna površina je 13 825 000 ha od čega su oranice 8 890 000 ha ili 67,5% od ukupnog korištenog poljoprivrednog zemljišta te Rumunjska raspolaže s najvećim površinama.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Vremenske prilike analiziranog područja od 2005. do 2012. godine

Prosječne mjesečne količine oborina i temperature zraka (Tablica 1.) u vegetacijskom razdoblju razlikovale su se u godinama istraživanja, kao i u odnosu na višegodišnji prosjek (1961. - 1990.).

Tablica 2. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Osijek (Republika Hrvatska)

Mjesec/ Godina	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Ukupno
	Mjesečne količine oborina (mm)						
2005.	56	46	112	171	238	75	698
2006.	87	79	91	15	134	11	417
2007.	3	56	34	28	45	65	231
2008.	50	67	76	79	46	86	404
2009.	19	39	63	14	61	10	206
2010.	71	121	234	32	111	108	677
2011.	20	81	50	74	5	16	246
2012.	47	94	68	48	4	32	293
Prosjek 1961.-1990.	54	59	88	65	58	45	368
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)							Prosjek
2005.	11,5	17,0	19,5	21,5	19,3	17,1	17,7
2006.	12,7	16,2	20,1	23,5	19,3	17,8	18,3
2007.	13,3	18,2	22,3	23,8	22,2	14,5	19,0
2008.	12,5	18,1	21,5	21,8	21,8	15,7	18,6
2009.	14,6	18,3	19,2	23,2	22,9	19,1	19,6
2010.	12,4	16,5	20,4	23,2	21,7	15,6	18,3
2011.	13,2	16,7	20,8	22,2	23,1	20,3	19,4
2012.	12,5	16,9	22,5	24,8	24,1	18,9	20,0
Prosjek 1961.-1990.	11,3	16,5	19,5	21,1	20,3	16,6	17,6

U Hrvatskoj je na području Osijeka tijekom vegetacije kukuruza u 2007., 2011. i 2012. godini zabilježen nedostatak oborina popraćen povišenim temperaturama zraka, odnosno sušom (Tablica 2.). Ukupne količine oborina u vegetacijskom razdoblju varirale su od 206 mm (2009.) čak do 698 mm (2005.).

Ukupna količina oborina u razdoblju od travnja do rujna iznosila je 246 mm u 2011., a 293 mm u 2012., iz čega bi se moglo zaključiti da je 2012. godina bila povoljnija za uzgoj kukuruza. Međutim, u 2012. je u travnju i svibnju palo 141 mm oborina što je spriječilo prodiranje korijena kukuruza u dublje slojeve tla te je kukuruz u nastavku vegetacije bio osjetljiviji na sušu. Uz nedostatak oborina u tri ljetna mjeseca u 2012. godini, nepovoljno su djelovale i izrazito visoke temperature zraka te je u srpnju i kolovozu srednja mjesečna temperatura bila viša za gotovo 4 °C u odnosu na višegodišnji prosjek, što je izuzetno velika razlika. Stoga se 2012. godina, uz 2007. može okarakterizirati kao izrazito nepovoljna za uzgoj kukuruza.

U sušnoj 2007. godini je u navedenom razdoblju palo u Osijeku samo 231 mm oborina. S obzirom na višegodišnji prosjek koji iznosi 368 mm, količina oborina u 2007. godini je manja za 37,23 %. Godina 2009. bi se prema ukupnoj količini oborina također mogla izdvojiti kao sušna, ali s nešto povoljnijim rasporedom oborina jer je u lipnju i kolovozu pala zadovoljavajuća količina kiše.

Nasuprot tome, u 2005. godini je bilo čak 698 mm oborina, kao i u 2010. godini u kojoj je palo ukupno 677 mm u razdoblju od travnja do rujna, što su značajno veće količine te s te dvije godine mogu izdvojiti kao povoljne s aspekta uzgoja kukuruza. (Tablica 2.).

U vegetacijskom razdoblju 2007. godine prosječna temperatura zraka je bila viša za 1,4 °C u odnosu na višegodišnji prosjek koji iznosi 17,6 °C, u 2011. viša za 1,8°C, a u 2012. viša za čak 2,4°C.

U povoljnijim godinama razlike u prosječnim temperaturama zraka u odnosu na višegodišnji prosjek su neznatne, tako je 2005. godine za razdoblje od travnja do rujna prosječna temperatura zraka iznosila 17,7 °C, dok je višegodišnji prosjek za navedeno razdoblje iznosio 17,6 °C.

Na području Novog Sada (Srbija) ustanovljene su slične vremenske prilike kao i u Osijeku. U sušnoj 2012. godini u razdoblju od travnja do rujna zabilježeno je ukupno 220 mm oborina, a

u 2011. godini samo 194 mm oborina za isto razdoblje. U 2010. godini palo je ukupno 692 mm oborina, što je više nego dvostuka količina u odnosu na višegodišnji prosjek. Taj prosjek za područje Novog Sada u razdoblju od travnja do rujna iznosi 338 mm oborina. S obzirom na to, u 2012. godini količina oborina je smanjena za gotovo 35 %.

Tablica 3. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Novi Sad (Republika Srbija)

Mjesec/ Godina	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Ukupno
	Mjesečne količine oborina (mm)						
2005.	33	38	136	123	134	67	531
2006.	66	70	104	31	125	24	420
2007.	0	99	71	39	80	79	368
2008.	21	46	116	56	15	95	349
2009.	3	50	167	14	19	14	267
2010.	65	112	152	106	169	88	692
2011.	18	58	36	60	2	20	194
2012.	80	47	28	48	4	13	220
Prosjek 1961.-1990.	47	57	82	61	55	36	338
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)							Prosjek
2005.	11,8	17,2	19,4	21,4	19,5	17,3	17,8
2006.	12,7	16,5	19,7	23,6	19,7	18,0	18,4
2007.	13,4	18,5	22,1	23,3	22,7	14,6	19,1
2008.	12,9	18,4	21,8	21,7	22,5	16,0	18,9
2009.	14,9	18,5	19,6	22,9	23,1	19,5	19,8
2010.	12,4	17,1	20,0	23,2	22,1	16,3	18,5
2011.	13,2	16,8	20,9	22,2	23,1	20,9	19,5
2012.	13,1	17,3	22,9	25,0	24,5	20,0	20,5
Prosjek 1961.-1990.	11,5	16,6	19,4	21,0	20,7	17,5	17,8

\*višegodišnji prosjek izračunat i preuzet sa stranice [https://fr.wikipedia.org/wiki/Novi\\_Sad#Climat](https://fr.wikipedia.org/wiki/Novi_Sad#Climat)

U vegetacijskom razdoblju od travnja do rujna 2012. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 2,7 °C i iznosila je 20,5 °C na području Novog Sada, dok je u 2010. godini bila viša

za 0,7 °C i iznosila je 18,5 °C u odnosu na višegodišnji prosjek koji iznosi 17,8 °C. Iz podataka se zaključuje da je 2012. godina bila izuzetno sušna u odnosu na povoljnu 2010. godinu s aspekta klimatskih promjena, a osobito su značajna odstupanja srednjih mjesečnih temperatura zraka u srpnju i kolovozu koje su bile više za gotovo 4 °C, slično kao i na području Osijeka.

Tablica 4. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Banja Luka (Republika Bosna i Hercegovina)

Mjesec/ Godina	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Ukupno
	Mjesečne količine oborina (mm)						
2005.	79	70	106	102	125	73	555
2006.	149	98	130	80	215	50	722
2007.	5	88	80	40	62	155	430
2008.	103	71	77	87	24	107	469
2009.	34	48	125	36	139	33	415
2010.	71	134	148	56	88	185	682
2011.	38	63	37	113	9	25	285
2012.	145	117	59	54	2	51	428
Prosjek 1961.-1990.	90	97	114	97	98	87	583
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)							Prosjek
2005.	12,0	16,3	19,4	21,9	19,6	17,3	17,8
2006.	12,6	16,1	20,0	23,1	19,5	17,7	18,2
2007.	13,9	18,4	22,7	24,3	22,7	14,9	19,5
2008.	12,7	17,6	21,5	22,4	22,6	15,7	18,8
2009.	14,6	19,0	20,5	25,1	25,0	20,6	20,8
2010.	13,7	18,0	21,9	24,9	23,9	17,0	19,9
2011.	15,4	18,1	22,9	24,9	26,2	23,0	21,8
2012.	14,1	18,0	25,1	27,0	27,4	20,8	20,1
Prosjek 1961.-1990.	10,9	15,4	18,8	20,2	19,9	16,5	17,0

\*višegodišnji prosjek izračunat i preuzet sa stranice [https://fr.wikipedia.org/wiki/Banja\\_Luka#Climat](https://fr.wikipedia.org/wiki/Banja_Luka#Climat)

Za područje Banja Luke je karakteristična veća količina oborina u odnosu na Osijek i Novi Sad, te nešto niža prosječna temperatura zraka (Tablica 4.). Na području Banja Luke (Bosna i

Hercegovina) je u 2011. godini u razdoblju od travnja do rujna palo samo 285 mm oborina, što je godinu okarakteriziralo kao najekstremniju u promatranom razdoblju. U 2006. godini je od travnja do rujna palo čak 722 mm oborina, a u 2010. godini 682 mm, te se te dvije godine mogu izdvojiti kao godine s dovoljnom, odnosno iznadprosječnom količinom oborina tijekom vegetacije kukuruza. S obzirom na višegodišnji prosjek koji iznosi 583 mm oborina u 2011. godini je količina oborina je smanjena za 51 %, dok je u 2006. godini ta količina povećana za oko 24 %.

U vegetacijskom razdoblju 2011. godine prosječna temperatura zraka bila je viša čak za 4,8 °C na području Banja Luke, dok je u 2006. godini bila viša za 1,2 °C u odnosu na višegodišnji prosjek koji iznosi 17,0 °C. Osobito velika odstupanja srednje mjesečne temperature zraka zabilježena su u ljetnim mjesecima posljednje dvije promatrane godine. Godine 2012. je srednja mjesečna temperatura u srpnju i kolovozu bila viša za čak 7 °C, što je izuzetno visoka vrijednost.

Iz navedenih podataka zaključujemo da je 2011. godina bila ekstremno sušna, a 2006. godina povoljna s aspekta vegetacije kukuruza.

Za područje Debrecena u Republici Mađarskoj je karakteristična manja količina oborina u vegetacijskom razdoblju (346 mm), slično kao i u Novom Sadu, ali i nešto niža prosječna temperatura zraka (Tablica 5.).

Najmanja količina oborina i ujedno najviša prosječna temperatura zraka na području Debrecena zabilježena je 2012. godine kada je u razdoblju od travnja do rujna palo samo 250 mm oborina, što je manje za oko 28 %. Godina 2010. je bila najkišovitija i količina oborina je iznosila 585 mm, odnosno gotovo 70 % viša od višegodišnjeg prosjeka.

U vegetacijskom razdoblju 2012. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 2,7 °C i iznosila je 19,5 °C, dok je u 2010. godini iznosila 17,7 °C i bila viša za 0,9 °C u odnosu na višegodišnji prosjek koji je 16,8 °C.

Godina 2012. je također i u Debrecenu bila ekstremno sušna i nepovoljna za vegetaciju kukuruza, dok su 2005. i 2010. godina bile najpovoljnije s klimatskog aspekta.

Tablica 5. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Debrecen (Republika Mađarska)

Mjesec/ Godina	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Ukupno
	Mjesečne količine oborina (mm)						
2005.	86	32	76	81	147	53	475
2006.	72	72	76	44	75	25	364
2007.	11	66	33	73	36	93	312
2008.	37	66	73	126	21	39	362
2009.	13	10	120	9	22	13	336
2010.	74	142	93	92	78	106	585
2011.	13	51	33	168	24	10	299
2012.	30	57	66	49	13	35	250
Prosjek 1961.-1990.	42	59	80	66	61	38	346
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)							Prosjek
2005.	11,0	16,7	18,9	21,1	19,9	16,9	17,4
2006.	12,2	15,7	19,4	23,2	19,1	17,6	17,9
2007.	12,5	18,2	22,1	23,0	22,6	14,7	18,9
2008.	11,7	17,1	20,7	20,9	21,6	15,6	17,9
2009.	14,8	17,2	19,5	22,9	22,2	18,7	19,2
2010.	11,7	16,3	19,7	22,5	21,3	14,9	17,7
2011.	12,7	16,7	20,6	20,7	22,1	19,2	18,7
2012.	12,2	17,1	21,4	24,1	23,2	18,8	19,5
Prosjek 1961.-1990.	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	15,8	16,8

Najmanju količinu oborina i najvišu prosječnu temperaturu zraka u vegetacijskom razdoblju travanj – rujan od svih istraživanih područja ima Craiova u Rumunjskoj (Tablica 6.) Tamo je u razdoblju od travnja do rujna 2012. godine palo samo 261 mm oborina, a u 2005. u istom razdoblju čak 783 mm oborina.

S obzirom na višegodišnji prosjek koji za isto razdoblje iznosi 328 mm oborina, u 2012. godini količina oborina je smanjena za oko 20 %, dok je u 2005. godini ta količina bila viša za 39 %.

Tablica 6. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Craiova (Republika Rumunjska)

Mjesec/ Godina	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Ukupno
	Mjesečne količine oborina (mm)						
2005.	58	118	106	171	216	114	783
2006.	59	49	118	31	144	41	442
2007.	0	95	57	6	151	66	375
2008.	59	31	26	96	0	56	278
2009.	21	41	91	102	14	23	292
2010.	46	103	93	47	50	22	361
2011.	24	72	57	142	3	0	298
2012.	93	108	8	26	15	11	261
Prosjek 1961.-1990.	52	64	74	55	46	37	328
Srednje mjesečne temperature zraka (°C)							Prosjek
2005.	11,7	17,5	19,9	22,3	20,9	17,5	18,3
2006.	12,6	17,4	20,4	23,4	21,8	18,2	19,0
2007.	13,2	18,7	23,1	26,5	23,0	15,9	20,1
2008.	12,5	16,9	21,6	22,8	24,5	16,4	19,1
2009.	12,4	17,7	21,0	23,3	23,1	18,7	19,4
2010.	11,9	16,8	20,9	23,0	24,1	17,8	19,1
2011.	11,4	16,3	20,8	22,5	22,9	21,3	19,2
2012.	13,8	17,0	23,1	26,9	24,7	20,1	20,9
Prosjek 1961.-1990.	11	17	20	22	21	17	18,0

U vegetacijskom razdoblju 2012. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 2,9 °C i iznosila je 20,9 °C, dok je 2005. godine bila na razini višegodišnjeg prosjeka. Vidljivo je da su i na meteorološkoj postaji Craiova, kao i u ostalim istraživanim područjima, najviše srednje



mjesečne temperature zraka zabilježene tijekom ljeta 2012. godine. Srednja temperature zraka u srpnju je npr. bila gotovo 5 °C viša od referentnog višegodišnjeg prosjeka za to područje.

#### 4.2. Prosječni prinosi, površine i proizvodnja kukuruza na analiziranom području od 2005. - 2012. godine

Prosjek požnjevenih površina za razdoblje od 2005. do 2012. godine za Rumunjsku iznosi 2 444 297 ha. Nakon Rumunjske slijedi Srbija s 1 228 137 ha, zatim Mađarska s 1 169 904 ha, slijedi je Hrvatska s 301 968 ha i posljednje mjesto zauzima Bosna i Hercegovina s 195 531 ha (Tablica 7.).

Tablica 7. Požnjevene površine pod kukuruzom (ha) na analiziranom području u razdoblju 2005.-2012. godine

God./Država	Hrvatska	Srbija	Bosna i H.	Mađarska	Rumunjska
2005.	318 972	1 220 174	196 372	1 197 547	2 609 110
2006.	296 195	1 169 976	196 244	1 214 952	2 512 944
2007.	288 549	1 201 832	197 430	1 078 784	2 263 080
2008.	314 062	1 273 910	204 288	1 191 804	2 432 210
2009.	296 910	1 208 640	188 688	1 177 321	2 333 501
2010.	296 768	1 223 579	188 752	1 078 825	2 094 249
2011.	305 130	1 258 437	195 970	1 230 000	2 587 102
2012.	299 161	1 268 544	196 504	1 190 000	2 722 180
Prosjek	301 968	1 228 137	195 531	1 169 904	2 444 297

Rumunjska je, među pet istraživanih država, vodeća i po ukupnoj proizvodnji kukuruza. Prosjek za razdoblje od 2005. do 2012. iznosi 8 220 574 t. Nakon Rumunjske slijedi Mađarska s prosječnom proizvodnjom od 7 187 787 t, zatim Srbija s 5 846 531 t, Hrvatska s 1 919 047 t i posljednje mjesto zauzima Bosna i Hercegovina s 844 688 t (Tablica 8.), što je u skladu s veličinom površina na kojima se uzgaja kukuruz u pojedinim državama.

Može se primijetiti da prosječna proizvodnja kukuruza za svih pet država iznosi više od pet milijuna tona, a izuzetak su 2007. i 2012. godina. Zbog izrazito sušne i nepovoljne 2007.

godine u svih pet analiziranih zemalja cijelokupni prosjek proizvodnje kukuruza iznosio je tek oko 2 769 084 t, što je za 53 % manje u odnosu na 2005. godinu gdje je prosjek u svih pet analiziranih zemalja iznosio 5 945 268 t (Tablica 8.).

Tablica 8. Proizvodnja kukuruza (t) na analiziranom području u razdoblju 2005.-2012. godine

God./Država	Hrvatska	Srbija	Bosna i H.	Mađarska	Rumunjska	Prosjek
2005.	2 206 729	7 077 009	1 004 099	9 050 004	10 388 499	5 945 268
2006.	1 934 517	6 016 765	993 850	8 281 666	8 984 729	5 230 305
2007.	1 424 599	3 904 825	635 344	4 026 734	3 853 920	2 769 084
2008.	2 504 940	6 158 120	1 004 359	8 897 138	7 849 080	5 282 727
2009.	2 182 521	6 396 262	962 921	7 528 380	7 973 258	5 008 668
2010.	2 067 815	7 207 101	853 376	6 984 872	9 042 032	5 231 039
2011.	1 733 664	6 479 564	764 119	7 992 000	11 719 720	5 737 813
2012.	1 297 590	3 532 602	539 432	4 741 500	5 953 352	3 212 895
Prosjek	1 919 047	5 846 531	844 688	7 187 787	8 220 574	-

Najniža proizvodnja kukuruza u svih pet zemalja bila je 2007. i 2012. godine upravo zbog vremenskih prilika.

Prosječni prinos u Hrvatskoj za razdoblje od 2005. do 2012. godine je 6,34 t/ha i to je najviši prosječni prinos u usporedbi s ostalim državama (Tablica 9.).

Najmanji prinos ostvaren je 2012. godine i to samo 4,34 t/ha, zatim 2007. godine sa svega 4,94 t/ha. Godine 2008. ostvaren je najveći prinos u Hrvatskoj koji je iznosio oko 8 t/ha, što je ujedno i najveći pojedinačni ostvareni prinos u analizi.

U Srbiji je prosjek u ispitivanom razdoblju iznosio je 4,77 t/ha. Prinosi kukuruza varirali od 2,78 t/ha (2012. godina) do 5,89 t/ha (2010. godina).

Prosječni prinos u Bosni i Hercegovini je u osmogodišnjem analiziranom razdoblju iznosio 4,32 t/ha. Najniži prinos bio je također 2012. godine sa samo 2,74 t/ha, dok je najveći prinos ostvaren 2005. godine i to 5,12 t/ha.

U Mađarskoj je prosječni prinos za navedeno razdoblje iznosio 6,11 t/ha. Najniži prinos u ispitivanom razdoblju iznosio je svega 3,74 t/ha u 2007. godini, a najveći 7,56 t/ha u 2005. godini.

Prosječni prinos kukuruza za razdoblje od 2005. do 2012. godine u Rumunjskoj, koja je vodeća po površinama pod kukuruzom i ukupnoj proizvodnji, bio je samo 3,38 t/ha te je Rumunjska država s najnižim prosječnim prinosom. U nepovoljnoj 2007. godini prosječan prinos je bio tek 1,71 t/ha i u 2012. 2,19 t/ha, što su izrazito niski prinosi zrna kukuruza. Najviši prinos ostvaren je 2011. godine koji je iznosio 4,53 t/ha, što je na razini niskih prinosa u Hrvatskoj i Mađarskoj.

Tablica 9. Prosječni prinosi zrna kukuruza (t/ha) na analiziranom području u razdoblju od 2005. do 2012.godine

God./Država	Hrvatska	Srbija	Bosna i H.	Mađarska	Rumunjska	Prosjek
2005.	6,92	5,80	5,12	7,56	3,99	5,88
2006.	6,54	5,15	5,07	6,82	3,58	5,43
2007.	4,94	3,25	3,22	3,74	1,71	3,37
2008.	7,98	4,83	4,92	7,47	3,28	5,70
2009.	7,35	5,29	5,10	6,39	3,42	5,51
2010.	6,97	5,89	4,52	6,47	4,32	5,63
2011.	5,68	5,15	3,90	6,50	4,53	5,15
2012.	4,34	2,78	2,74	3,90	2,19	3,19
Prosjek	6,34	4,77	4,32	6,11	3,38	-

Najveći prosječni prinos kukuruza u razdoblju od 2005. do 2012. godine imala je Hrvatska sa 6,34 t/ha, zatim Mađarska sa 6,11 t/ha, slijedi ih Srbija sa 4,77 t/ha, Bosna i Hercegovina sa 4,32 t/ha i na posljednjem mjestu je Rumunjska sa svega 3,38 t/ha. Neovisno o visini pojedinačnih prinosa u svakoj državi, prosječni prinosi za svih pet država bili su najniži 2007. i 2012. godine (Tablica 9.).

## 5. RASPRAVA

Vremenske prilike značajno utječu na rast i razvoj kukuruza. Nedostatak oborina, osobito u kritičnom razdoblju tijekom ljeta, odnosno tijekom cvatnje metlice, svilanja, oplodnje i formiranja zrnauz povišenu temperaturu zraka, razlog su niskih prinosa. Osobito je značajan raspored oborina tijekom vegetacijskog razdoblja uzgoja.

U svih pet ispitivanih područja najnepovoljnijim godinama pokazale su se 2007. i 2012. godina koje su bile izrazito sušne i nepovoljne za vegetaciju kukuruza. Upravo u tim godinama su i prosječni prinosi za svih pet analiziranih država bili značajno niži. Godina 2012. je na svim istraživanim područjima bila karakteristična i po značajno višim srednjim ljetnim temperaturama zraka, što je predstavljalo dodatan stres tijekom cvatnje i oplodnje kukuruza, odnosno formiranja i nalijevanja zrna. U svih pet analiziranih država najvećom količinom oborina istakla se 2010. godina.

Godina 2012. je bila nepovoljna za uzgoj kukuruza. U usporedbi s 2011. godinom okarakterizirali su je izrazito niski prinosi, te je u Rumunjskoj prosječan prinos kukuruza iznosio 2012. godine samo 2,19 t/ha, dok je na istom području u 2011. godini prinos iznosio 4,53 t/ha. Razlog tome su visoke temperature zraka i nepovoljan raspored oborina tijekom vegetacijskog razdoblja. Rumunjska je najveći proizvođač kukuruza jer koristi najveće površine pod navedenom kulturom, iako se ostvaruju najniži prinosi. U 2007. godini je prosječan prinos bio izrazito nizak i iznosio je samo 1,71 t/ha, upravo zbog suše. U srpnju 2007. godine na području Craiova, palo je samo 6 mm oborina uz srednju temperaturu zraka za srpanj od 26, 5 °C, što je sigurno dovelo do stresa. Izrazito visoke temperature zraka uz nedostatak oborina i neravnomjernom raspodjelom razlog su ovako niskih prinosa.

Na području Debrecena kao izuzetno sušne godine pokazale su se 2007. i 2012. godina, gdje je u 2007. postignut nizak prinos kukuruza, svega 3,74 t/ha, a u 2012. godini 3,90 t/ha. Ukupna količina oborina u 2007. godini iznosila je 312 mm, uz visoku prosječnu temperaturu zraka od 18,9 °C. Najveći prosječni prinos kukuruza u Mađarskoj ostvaren je 2008. godine i iznosio je 7,47 t/ha uz optimalan raspored oborina i ukupnu količinu od 362 mm, te optimalne prosječne temperature zraka od 17,9 °C.

Godina 2007. kao izrazito sušna znatno je dovela do smanjenja prinosa kukuruza i u Hrvatskoj gdje je prosječan prinos iznosio samo 4,94 t/ha. U sušnoj 2007. godini u navedenom razdoblju palo u Osijeku samo 231 mm oborina. S obzirom na višegodišnji prosjek količina oborina u 2007. godini je manja za 37 %, a prosječna temperatura zraka je bila viša za 1,4 °C u odnosu na višegodišnji prosjek. U 2012. godini prosječan prinos u Hrvatskoj iznosio je 4,34 t/ha, uz slične vremenske uvijete, dok je 2008. godina bila izuzetno povoljna s pravilnim rasporedom oborina u vegetacijskom razdoblju i ukupnom količinom od 404 mm i srednjom temperaturom zraka od 18,6 °C. Ukupna količina oborina za vegetacijsko razdoblje (travanj-rujan) iznosila je 246 mm u 2011., a 293 mm u 2012., što bi značilo da je 2012. godina bila povoljnija za uzgoj kukuruza. Međutim, 2012. je u travnju i svibnju palo više oborina što je moglo smanjiti razvoj i prodiranje korijena kukuruza u dublje slojeve tla te je kukuruz u nastavku vegetacije mogao biti osjetljiviji na sušu. U 2005. godini je bilo čak 698 mm oborina, kao i u 2010. godini u kojoj je palo ukupno 677 mm u razdoblju od travnja do rujna, te su te dvije godine okarakterizirane kao povoljne s aspekta uzgoja kukuruza. Također, u ovim godinama razlike u prosječnim temperaturama zraka u odnosu na višegodišnji prosjek su bile neznatne.

Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza. 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.

Prosječni prinos u Bosni i Hercegovini je u osmogodišnjem analiziranom razdoblju iznosio 4,32 t/ha. Najniži prinos bio je također 2012. godine sa samo 2,74 t/ha i 2011. godine sa 3,9 t/ha, dok je najveći prinos ostvaren 2005. godine sa 5,12 t/ha i 2006. godine sa 5,07 t/ha. Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). U 2011. godini u Banja Luci u razdoblju od travnja do rujna palo samo 285 mm

oborina, što je godinu okarakteriziralo kao najekstremniju u promatranom razdoblju. U 2006. godini je od travnja do rujna palo čak 722 mm oborina, a u 2010. godini 682 mm, te su te dvije godine s dovoljno količina oborina za rast i razvoj kukuruza. S obzirom na višegodišnji prosjek u 2011. godinije količina oborina smanjena za više od 50 %, dok je u 2006. godini ta količina bila veća za 24 %. U vegetacijskom razdoblju 2011. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 4,8 °C na području Banja Luke, dok je u 2006. godini bila viša za 1,2 °C u odnosu na višegodišnji prosjek.

U Srbiji je prosjek u ispitivanom razdoblju iznosio je 4,77 t/ ha. Prinosi kukuruza varirali od 2,78 t/ha u 2012. godini do 5,89 t/ha u 2010. godini. Na području Novog Sada je u sušnoj 2012. godini u razdoblju od travnja do rujna palo ukupno 220 mm oborina, a u 2010. godini 692 mm oborina. Višegodišnji prosjek za područje Novog Sada u razdoblju od travnja do rujna iznosi 338 mm oborina.

U vegetacijskom razdoblju od travnja do rujna 2012. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 2,7 °C i iznosila je 20,5 °C na području Novog Sada, dok je u 2010. godini bila neznatno viša od referentnog prosjeka. Iz podataka se zaključuje da je 2012. godina bila izuzetno sušna u odnosu na povoljnu 2010. godinu s aspekta klimatskih promjena.

U fazi cvatnje kukuruz ne podnosi visoke temperature i nisku relativnu vlagu zraka što se odražava na kraću biološku aktivnost polena i svile, kao i preveliku vlažnost i niske temperature zraka, kada je otežano širenje polena. Optimalna temperatura za kukuruz u fazama formiranja, nalijevanja i sazrijevanja zrna je 22-23°C (Shaw, 1988.). Poznato je 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).

Iz analiziranih podataka tijekom osmogodišnjeg razdoblja utvrđeno je da su klimatski uvjeti od izuzetne važnosti za prinos i vegetaciju kukuruza. Međutim, premda su se u svih pet analiziranih područja uglavnom iste godine istakle kao nepovoljne odnosno povoljne, primjetna je razlika u prinosima pojedinih država. Najviši prosječni prinosi u osmogodišnjem razdoblju ostvareni su u Republici Hrvatskoj, zatim u Republici Mađarskoj. U Srbiji te Bosni i Hercegovini, prosječni prinosi bili su značajno niži u odnosu na prethodne dvije države, a najniži prinosi ostvaruju se u Rumunjskoj. Npr. najniži prinos u Hrvatskoj postignut u nepovoljnoj 2012. godini (4,34 t/ha) je na razini najvišeg prinosa u Rumunjskoj (4,53 t/ha)

ostvarenog u istraživanom razdoblju. Budući da su vremenske prilike bile relativno slične, evidentne razlike u prinosima između Hrvatske i Mađarske u odnosu na ostale tri države su vjerojatno posljedica intenzivnije agrotehnike i sjetve kvalitetnijih i adaptibilnijih hibrida.

## 6. ZAKLJUČAK

Rumunjska je, među pet istraživanih država, vodeća po ukupnoj proizvodnji kukuruza s oko 8 milijuna tona zrna kukuruza godišnje. Slijedi ju Mađarska s prosječnom proizvodnjom oko 7 milijuna tona, zatim Srbija s 5,8 milijuna tona, Hrvatska s nešto manje od 2 milijuna tona i posljednje mjesto zauzima Bosna i Hercegovina s nešto više od 800 tisuća tona. Razina ukupne proizvodnje rezultat je veličine površina na kojima se uzgaja kukuruz u pojedinim državama, više nego visine ostvarenih prinosa. U Rumunjskoj se kukuruz uzgaja na gotovo 2,5 milijuna ha, a u Hrvatskoj samo na oko 300 000 ha. Međutim, najviši prosječni prinosi tijekom analiziranih osam godina ostvareni su u Republici Hrvatskoj, te Mađarskoj. Značajno niže prosječne prinose imale su Republika Srbija te Bosna i Hercegovina, a na posljednjem mjestu je Republika Rumunjska.

Analiza prinosa i vremenskih prilika je pokazala da prinosi kukuruza značajno ovise o vremenskim prilikama tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza, prvenstveno količini i rasporedu oborina te srednjim mjesečnim temperaturama zraka, naročito tijekom ljetnog razdoblja.

U svih pet ispitivanih područja najnepovoljnijim godinama pokazale su se 2007. i 2012. godina koje su bile izrazito sušne i nepovoljne za rast i razvoj kukuruza. Uz sušna razdoblja, niskim prinosima su doprinijele i značajno više srednje mjesečne temperature tijekom srpnja i kolovoza, naročito 2012. godine. Povoljnijim godinama za uzgoj kukuruza u većini država pokazale su se 2005., 2008. i 2010. godina, kada su u većini slučajeva ostvareni najviši prinosi, a oni se mogu dovesti u vezu s iznadprosječnom količinom oborina i njihovim povoljnim rasporedom tijekom vegetacijskog razdoblja, kao i temperaturama zraka na razini referentnog višegodišnjeg prosjeka.

Najviši prosječni prinosi u osmogodišnjem razdoblju ostvareni su u Republici Hrvatskoj i Republici Mađarskoj. U Srbiji te Bosni i Hercegovini, prosječni prinosi bili su značajno niži u odnosu na prethodne dvije države, a najniži prinosi postignuti su u Rumunjskoj.



Iz analiziranih podataka tijekom osmogodišnjeg razdoblja utvrđeno je da su klimatski uvjeti od izuzetne važnosti za prinos, odnosno rast i razvoj kukuruza. Izrazito visoke temperature zraka, s nedostatkom oborina i njihovom neravnomjernom raspodjelom razlog su niskih prinosa. Popravljanjem tla agromeliorativnim mjerama, te uzgojem tolerantnijih i adaptabilnijih hibrida mogle bi se ublažiti posljedice suše i visokih temperatura. Također, navodnjavanje u kritično vrijeme moglo bi značajno ublažiti posljedice ovoga stresa.

## 7. POPIS LITERATURE

1. DHMZ : Klimatološki izvještaji (Climatological Reports), Hidrometeorološki institut, Zagreb.
2. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) FAO Statistical Databases  
Available from: <http://faostat.fao.org> (Pristup: 11. 04. 2015.).
3. FAOSTAT, FAO Statistic Division 2015. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. (Pristup: 11. 04. 2015.)
4. Fischer G., Shah M., Tubiello F. N. and van Velhuizen H. (2005): Socio-economic and climate change impacts on agriculture:an integrated assessment, 1990–2080 Phil. Trans. R. Soc. B 360 2067–83
5. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Banja\\_Luka#Climat](https://fr.wikipedia.org/wiki/Banja_Luka#Climat) (Pristup: 12. 08. 2015.)
6. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Novi\\_Sad#Climat](https://fr.wikipedia.org/wiki/Novi_Sad#Climat) (Pristup: 12. 08. 2015.)
7. <http://www.agroklub.com/agropedija/poljoprivreda-regije/republika-madjarska-73> (Pristup 12. 08. 2015.)
8. <http://www.agroklub.com/dokumenti/izvjestaj-iz-oblasti-poljoprivrede-za-bih-2011/1681/>(Pristup 12. 08. 2015.)
9. <http://www.dzs.hr/> (Pristup 12. 08. 2015.)
10. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group 2) (2001.): Climate Change 2001.: Impacts, Adaptation and Vulnerability IPCC Working Group 2.

11. Janeković Gj. (1971.): Pedološke karakteristike Slavonije i Baranje. Zbornik radova Prvog znanstvenog sabora Slavonije i Baranje, 17-19. svibanj 1970, Osijek , p.115-176.
12. Kovačević V., Rastija M. (2014.) Žitarice. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
13. Kovačević V., Ivezić M. (2000.): Doprinos tehnologije u povećanju prinosa kukuruza i njeno uklapanje u održivi razvoj. Održivi razvoj izazov za poljoprivredu i šumarstvo (Zbornik radova). Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem povodom 140. obljetnice poljoprivrednog školstva u Hrvatskoj. Visoko Gospodarsko Učilište u Križevcima. Husinec, R. (ur.), 87-96.
14. Kovačević V., Josipović M. (2005.): Maize yield variations among the years in the eastern Croatia. In: Proceedings of the XL Croatian Symposium on Agriculture with International Participation, 06.-19.veljače 2005, Opatija, Hrvatska, 455 – 456.
15. Kovačević V., Josipović M., Kaučić D., Lončarić Z. (2005.): Weather conditions impacts on maize yields in the northern Croatia. International Conference on Climate Change “Impacts and Responses in Central and eastern European Countries” 05.-08. Studeni 2005., Pecs, Mađarska, Published by Hungarian Academy of Sciences, Hungary Ministry of Environment and Water, The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe: 237-242.
16. Kovačević V., Šoštarić J., Josipović M., Marković M., Iljkić D. (2009.): Vremenske prilike 2005. i 2007. g u istočnoj Hrvatskoj sa stajališta uzgoja kukuruza. Zbornik radova, XX Naučno-stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, 171-178.
17. Kovačević V., Šoštarić J., Rastija M., Iljkić D., Marković M. (2010.): Weather characteristics of 2009. with aspect of spring field crops growing in Pannonian region of Croatia. Agrar-es Videkfejlesztési Szemle 2010., vol. 5.(1) supplement (CD issue), Szegedi Tudományegyetem Mezogazdasági Kar (Editor Horvath J.), 350-356.

18. Lobell D., Field C. (2007.): Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. PublicHealth Resources. Paper 1  
(<http://digitalcommons.unl.edu/publichealthresources/152>)
19. Parry M., Rosenzweig C. and Livermore M. (2005.): Climate change, global food supply and risk of hunger Phil. Trans. R.Soc. B 360 2125–38.
20. Pucarić, A. (1992.): Proizvodnja sjemena hibrida kukuruza. Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb.
21. Statistički godišnjak Republike Srbije, Državni zavod za statistiku Beograd.
22. Statistički godišnjak Republike Srpske. Zavod za statistiku Republike Srpske, Banja Luka.
23. Shaw, R.H. (1988.): Climatic Requirement. In: G.F. Sprague (ed.). Corn and Corn Improvement American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.)
24. Statistički ljetopis Republike Hrvatske. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske(2015.): [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)
25. Tiempo (TuTiempo.net) – World climate data – [historicalweatherrecords](http://historicalweatherrecords.com).
26. Vučetić V. (2006.): Modelling of the maize production and the impact of climate change on maize yields in Croatia (Final report), Meteorološki i hidrometeorološki zavod, Republika Hrvatska, Zagreb.

## 8. SAŽETAK

Kukuruz je najrasprostranjeniji usjev na oranicama Hrvatske, Srbije, Rumunjske, Mađarske i Bosne i Hercegovine. Prinosi kukuruza često su značajno niži od mogućnosti koje pruža genetski potencijal rodnosti visokorodnih hibrida kukuruza. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj vremenskih prilika na prinose zrna kukuruza na području Hrvatske, Srbije, Bosne i Hercegovine, Rumunjske i Mađarske u razdoblju od 2005. do 2012. godine. U radu su korišteni podaci o požetim površinama, ostvarenim prinosima po godinama, mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine kao i višegodišnji referentni prosjeci za navedene države. U svih pet ispitivanih područja najnepovoljnijim godinama pokazale su se 2007. i 2012. godina koje su bile izrazito sušne i toplije, te nepovoljne za rast i razvoj kukuruza. Povoljnim godinama za uzgoj kukuruza pokazale su se 2005., 2008. i 2010. godina, kada su u većini slučajeva ostvareni najviši prinosi, a povezani su s iznadprosječnom količinom oborina i temperaturama zraka na razini referentnog višegodišnjeg prosjeka. Najviši prosječni prinosi u osmogodišnjem razdoblju ostvareni su u Republici Hrvatskoj (6,34 t/ha) i Republici Mađarskoj (6,11 t/ha). U Srbiji te Bosni i Hercegovini, prosječni prinosi bili su značajno niži u odnosu na prethodne dvije države (4,77 t/ha i 4,32 t/ha), a najniži prinosi postignuti su u Rumunjskoj (3,38 t/ha). Iz analiziranih podataka tijekom osmogodišnjeg razdoblja utvrđeno je da su klimatski uvjeti od izuzetne važnosti za prinos i vegetaciju kukuruza. Izrazito visoke temperature zraka uz nedostatak oborina razlog su niskih prinosa. Provedenom analizom utvrđeno je znatno variranje prinosa po godinama u svih pet ispitivanih država.

**Ključne riječi:** kukuruz, prinos, vremenske prilike

## 9. SUMMARY

Maize is the most widely grown grain crop in Croatia, Serbia, Hungary, Romania and Bosnia and Herzegovina. Maize yields are often significantly lower than the possibilities provided by the genetic potential of the new highly productive hybrids. The aim of this investigation was to establish the influence of weather conditions on maize grain yield in Croatia, Serbia, Bosnia and Herzegovina, and Romania and Hungary in the period from 2005-2012. Data regarding harvested maize fields, realized yields per year, monthly and total precipitation (mm), average air temperature in growing vegetation period (2005-2012) as well as expected averages for then mentioned were used in this paper. When it comes to all five states, the most unfavourable years were 2007 and 2012, which were extremely dry and warmer, therefore it influenced the growth and development of maize negatively. The years 2005, 2008 and 2010 were favourable for maize cultivation, since then in most of the cases the high yield successes were achieved: they were connected with above-average precipitation and air temperatures that were in the level with the expected averages in a few year period. The highest average maize yields were achieved in the Republic of Croatia (6.34 t/ha) and the Republic of Hungary (6.11 t/ha). In Serbia and in Bosnia and Herzegovina the average maize yields were significantly lower than in the previously mentioned states (4.77 t/ha and 4.32 t/ha), whereas the lowest maize yields were in Romania. From the analyzed eight year data it can be concluded that climatic conditions are of a very high importance both for the grain yield and its vegetation. Extremely high air temperatures along with the lack of rainfalls result in low yields. Based on the conducted analysis a significant maize yield variability per year in all five countries was determined.

**Keywords:** maize, yield, weather conditions

## 10. POPIS TABLICA

- Tablica 1. Kapaciteti za ratarsku proizvodnju analiziranog područja – korištena poljoprivredna površina (PP) i površina oranica i vrtova (OR), prosjek 2008. – 2012.....stranica 15
- Tablica 2. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka i u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Osijek (Republika Hrvatska).....stranica 19
- Tablica 3. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka i u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Novi Sad (Republika Srbija)..... stranica 21
- Tablica 4. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka i u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Banja Luka (Republika Bosna i Hercegovina).....stranica 23
- Tablica 5. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka i u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Debrecen (Republika Mađarska).....stranica 25
- Tablica 6. Mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka i u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za meteorološku postaju Craiova (Republika Rumunjska) .....stranica 27
- Tablica 7. Požnjevene površine pod kukuruzom (ha) na analiziranom području u razdoblju 2005.-2012. godine .....stranica 28
- Tablica 8. Proizvodnja kukuruza (t) na analiziranom području u razdoblju 2005.-2012. godine .....stranica 29
- Tablica 9. Prosječni prinosi zrna kukuruza (t/ha) na analiziranom području u razdoblju od 2005. do 2012. ....stranica 30

Utjecaj vremenskih prilika na prinose kukuruza u Hrvatskoj, Mađarskoj, Srbiji, Rumunjskoj i Bosni i Hercegovini

Nikolina Dokić

**Sažetak**

Kukuruz je najrasprostranjeniji usjev na oranicama Hrvatske, Srbije, Rumunjske, Mađarske i Bosne i Hercegovine. Prinosi kukuruza često su značajno niži od mogućnosti koje pruža genetski potencijal rodosti visokorodnih hibrida kukuruza. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj vremenskih prilika na prinose zrna kukuruza na području Hrvatske, Srbije, Bosne i Hercegovine, Rumunjske i Mađarske u razdoblju od 2005. do 2012. godine. U radu su korišteni podaci o požetim površinama, ostvarenim prinosima po godinama, mjesečne i ukupne količine oborina (mm) i srednje mjesečne i prosječne temperature zraka u vegetacijskom razdoblju od 2005. do 2012. godine kao i višegodišnji referentni prosjeci za navedene države. U svih pet ispitivanih područja najnepovoljnijim godinama pokazale su se 2007. i 2012. godina koje su bile izrazito sušne i toplije te nepovoljne za rast i razvoj kukuruza. Povoljne godine za uzgoj kukuruza bile su 2005., 2008. i 2010. godina kada su u većini slučajeva ostvareni najviši prinosi, a povezani su s iznadprosječnom količinom oborina i temperaturama zraka na razini referentnog višegodišnjeg prosjeka. Najviši prosječni prinosi u osmogodišnjem razdoblju ostvareni su u Republici Hrvatskoj i Republici Mađarskoj. U Srbiji te Bosni i Hercegovini, prosječni prinosi bili su značajno niži u odnosu na prethodne dvije države, a najniži prinosi postignuti su u Rumunjskoj. Iz analiziranih podataka tijekom osmogodišnjeg razdoblja utvrđeno je da su klimatski uvjeti od izuzetne važnosti za prinos odnosno rast i razvoj kukuruza. Izrazito visoke temperature zraka uz nedostatak oborina razlog su niskih prinosa. Provedenom analizom utvrđeno je znatno variranje prinosa po godinama u svih pet ispitivanih država.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Mirta Rastija

**Broj stranica:** 36

**Broj grafikona i slika:**

**Broj tablica:** 9

**Broj literaturnih navoda:** 26

**Broj priloga:**

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** kukuruz, prinos, vremenske prilike

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirta Rastija, mentor
3. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, član
4. prof. dr. sc. Domagoj Rastija, zamjenski član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d



**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josip Juraj Strossmayer University of Osijek****Faculty of Agriculture****University Graduate Studies, Plant production, course Plant production****Graduate thesis**

Impact of weather conditions on maize yields in Croatia, Hungary, Serbia, Romania and Bosnia and Herzegovina

Nikolina Dokić

**Abstract:**

Maize is the most widely grown grain crop in Croatia, Serbia, Hungary, Romania and Bosnia and Herzegovina. Maize yields are often significantly lower than the possibilities provided by the genetic potential of the new highly productive hybrids. The aim of this investigation was to establish the influence of weather conditions on maize grain yield in Croatia, Serbia, Bosnia and Herzegovina, and Romania and Hungary in the period from 2005-2012. Data regarding harvested maize fields, realized yields per year, monthly and total precipitation (mm), average air temperature in growing vegetation period (2005-2012) as well as expected averages for then stated were used in this paper. When it comes to all five states, the most unfavourable years were 2007 and 2012, which were extremely dry and warmer, therefore it influenced the growth and development of maize negatively. The years 2005, 2008 and 2010 were favourable for maize cultivation, since then in most of the cases the high yield successes were achieved: they were connected with above-average precipitation and air temperatures that were in the level with the expected averages in a few year period. The high average maize yields were achieved in the Republic of Croatia (6.34 t/ha) and the Republic of Hungary (6.11 t/ha). In Serbia and in Bosnia and Herzegovina the average maize yields were significantly lower than in the previously mentioned states (4.77 and 4.32 t/ha), whereas the lowest maize yields were in Romania (3.38 t/ha). From the analyzed eight year data it can be concluded that climatic conditions are of a very high importance both for the grain yield and its vegetation. Extremely high air temperatures along with the lack of rainfalls result in low yields. Based on the conducted analysis a significant maize yield variability per year in all five countries was determined.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek**Mentor:** dr. sc. Mirta Rastija, Associate professor**Number of pages:** 36**Number of figures:****Number of tables:** 9**Number of references:** 26**Number of appendices:****Original in:** Croatian**Key words:** maize, yield, weather conditions**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Mirta Rastija, mentor
3. Prof. dr. sc. Gordana Bukvić, član
4. Prof. dr. sc. Domagoj Rastija, zamjenski član

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.