

Poljoprivreda i klimatske promjene

dr. sc. Višnja Vučetić

vucetic@cirus.dhz.hr

Služba za agrometeorologiju

Državni hidrometeorološki zavod

<http://meteo.hr>

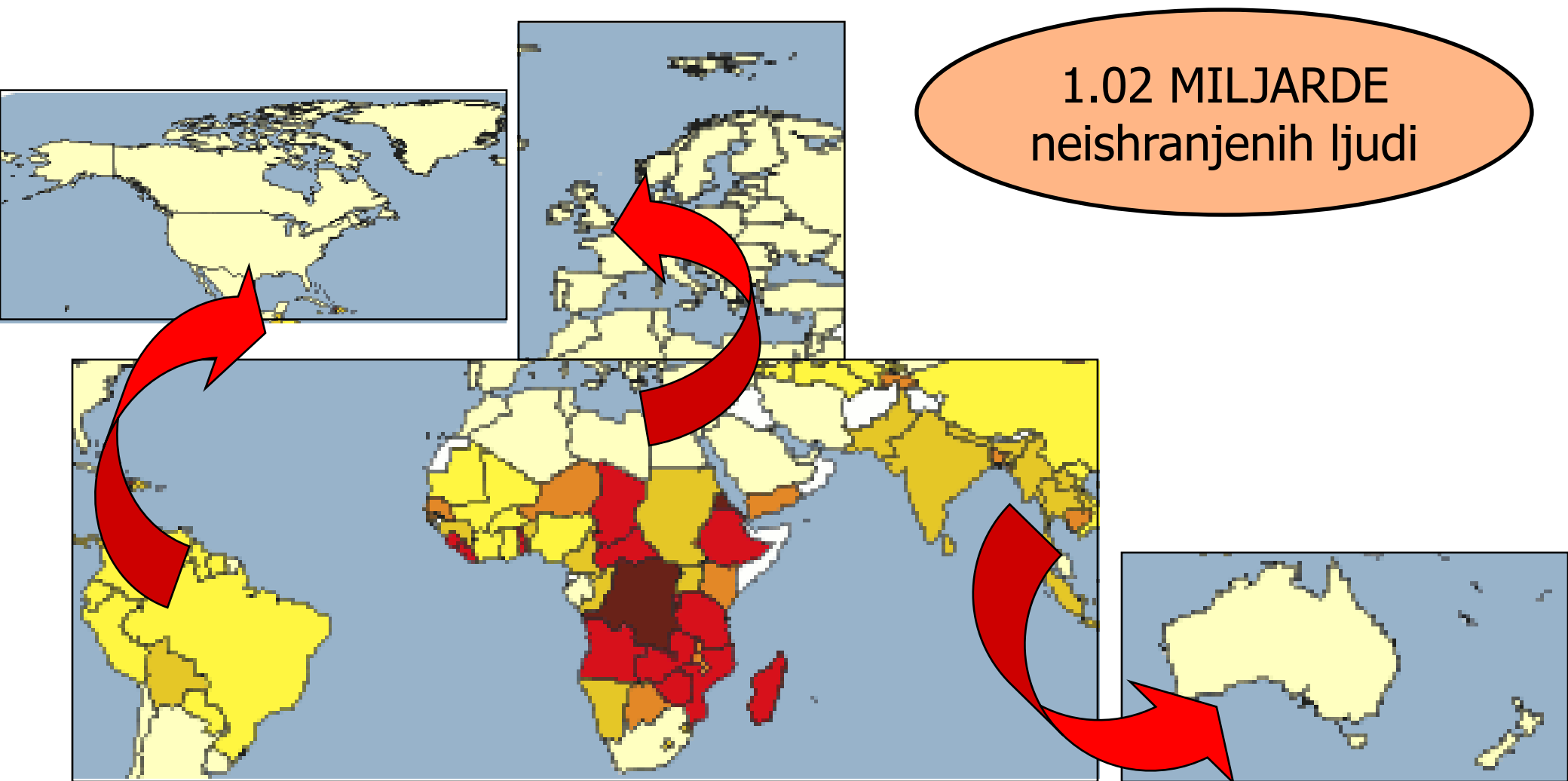


Zagreb, 21. studeni 2016.

- ❖ Opažene klimatske promjene i poljoprivreda
- ❖ Agrometeorološko modeliranje
- ❖ Planovi i potrebe



Sigurnost hrane



Poljoprivredna meteorologija



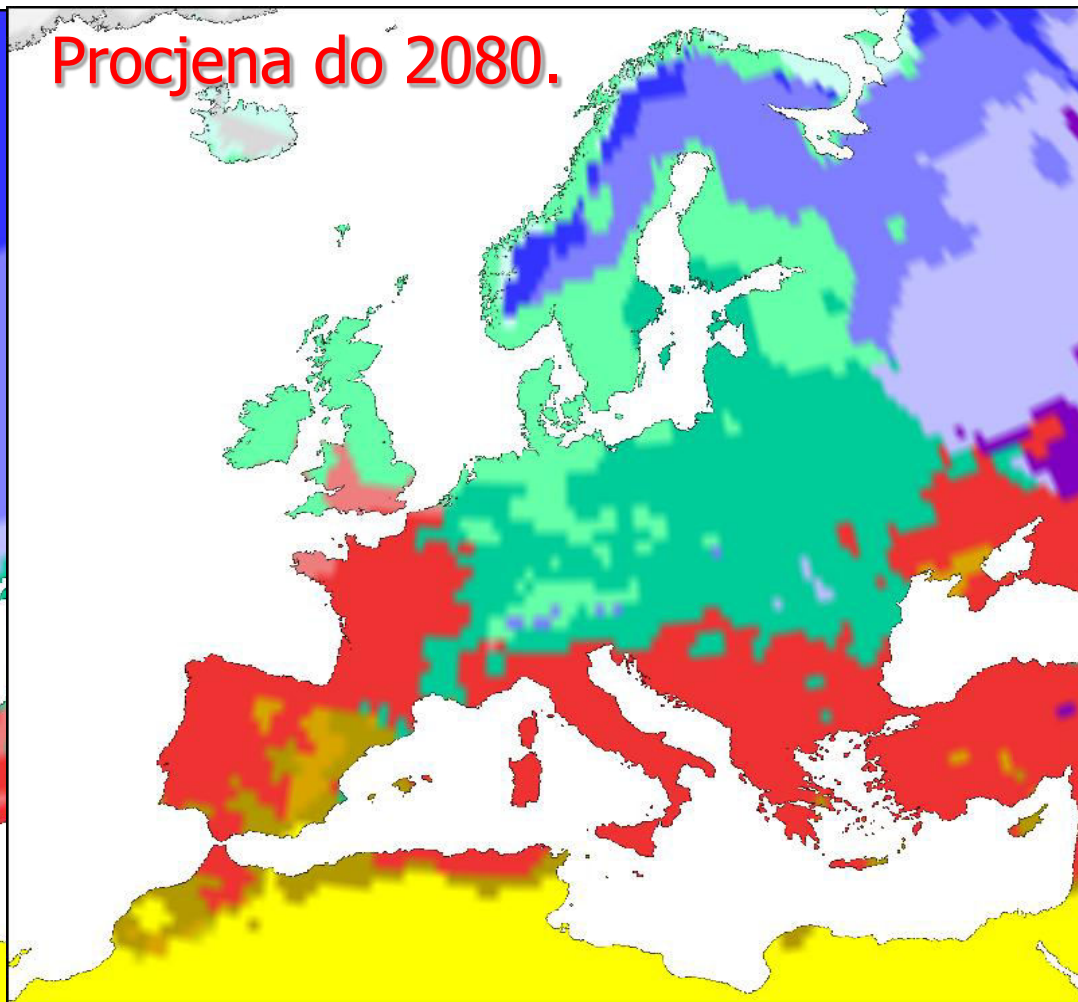
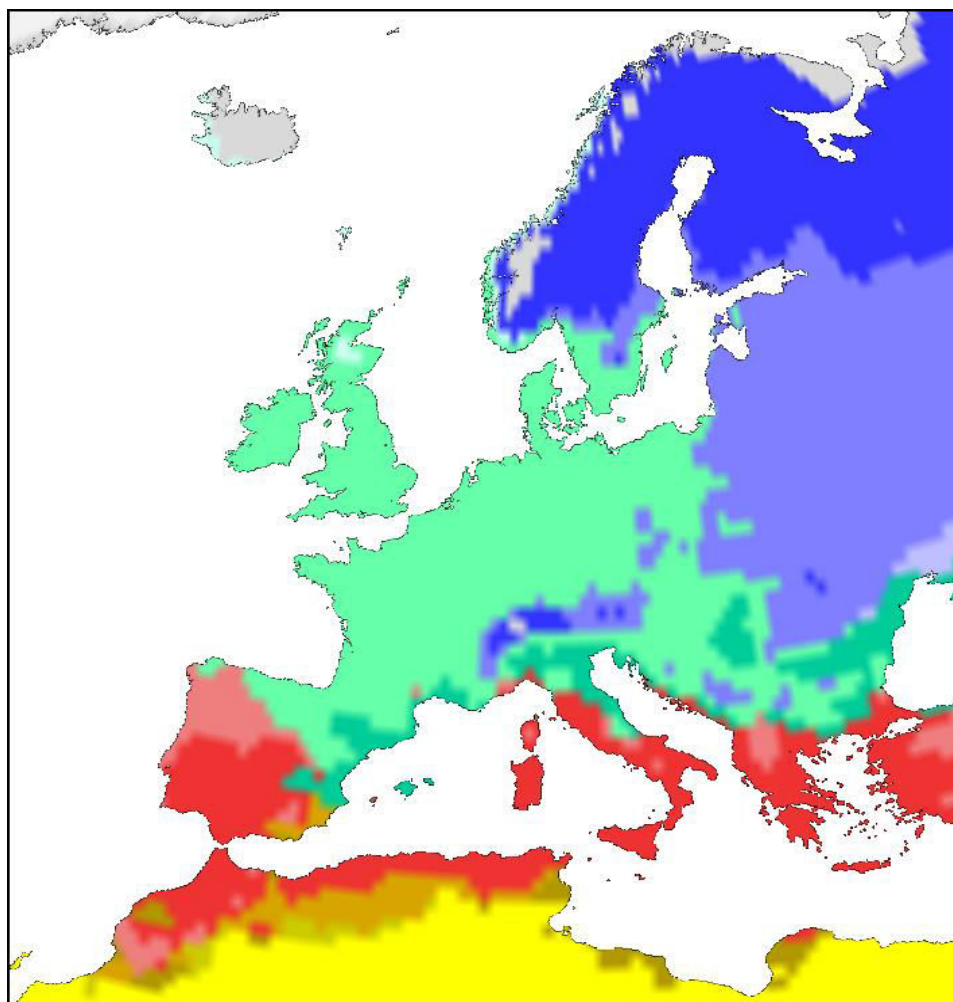
376 USD vs 1.2 USD

313 puta

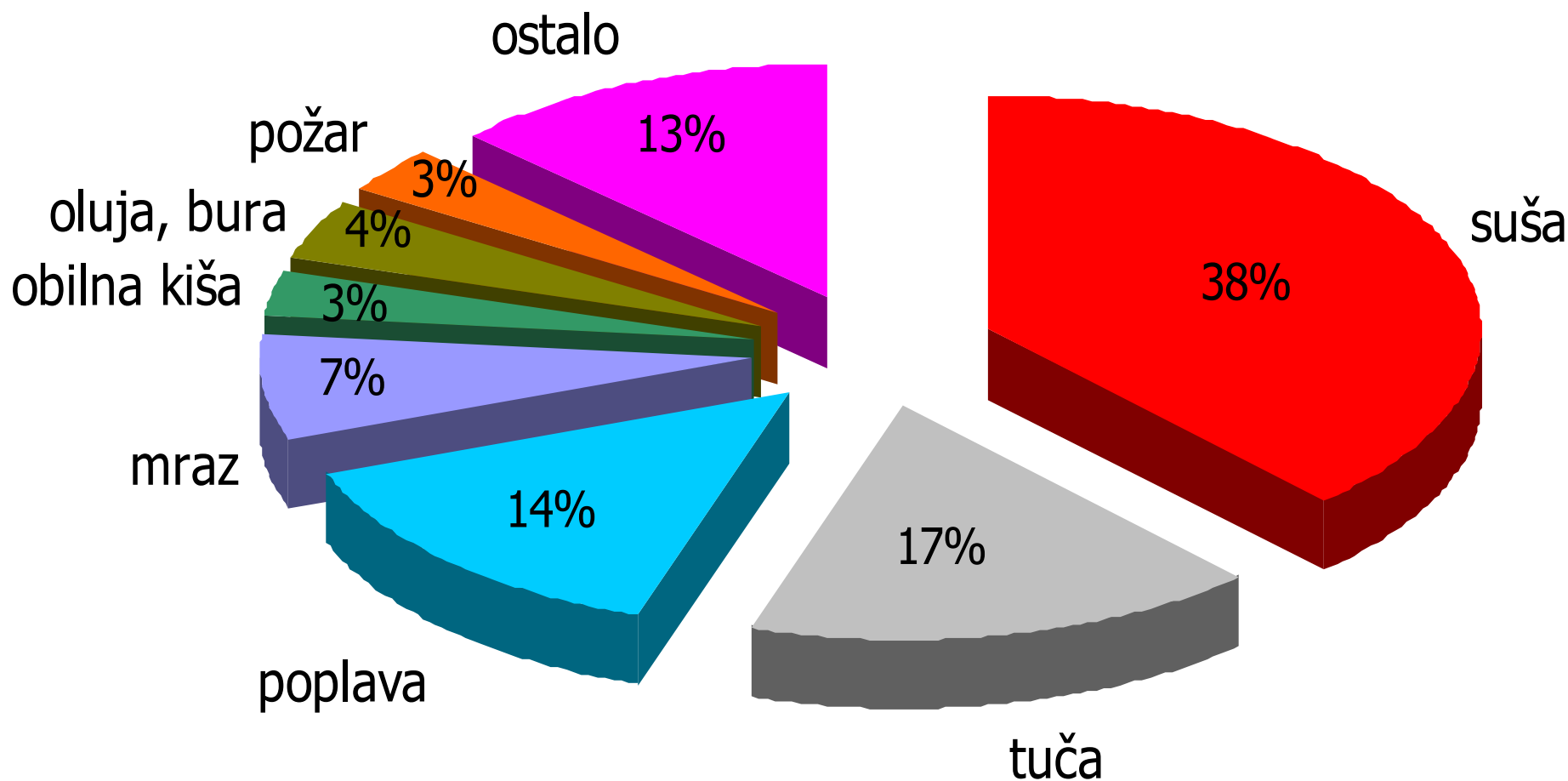


PROIZVODNJA HRANE

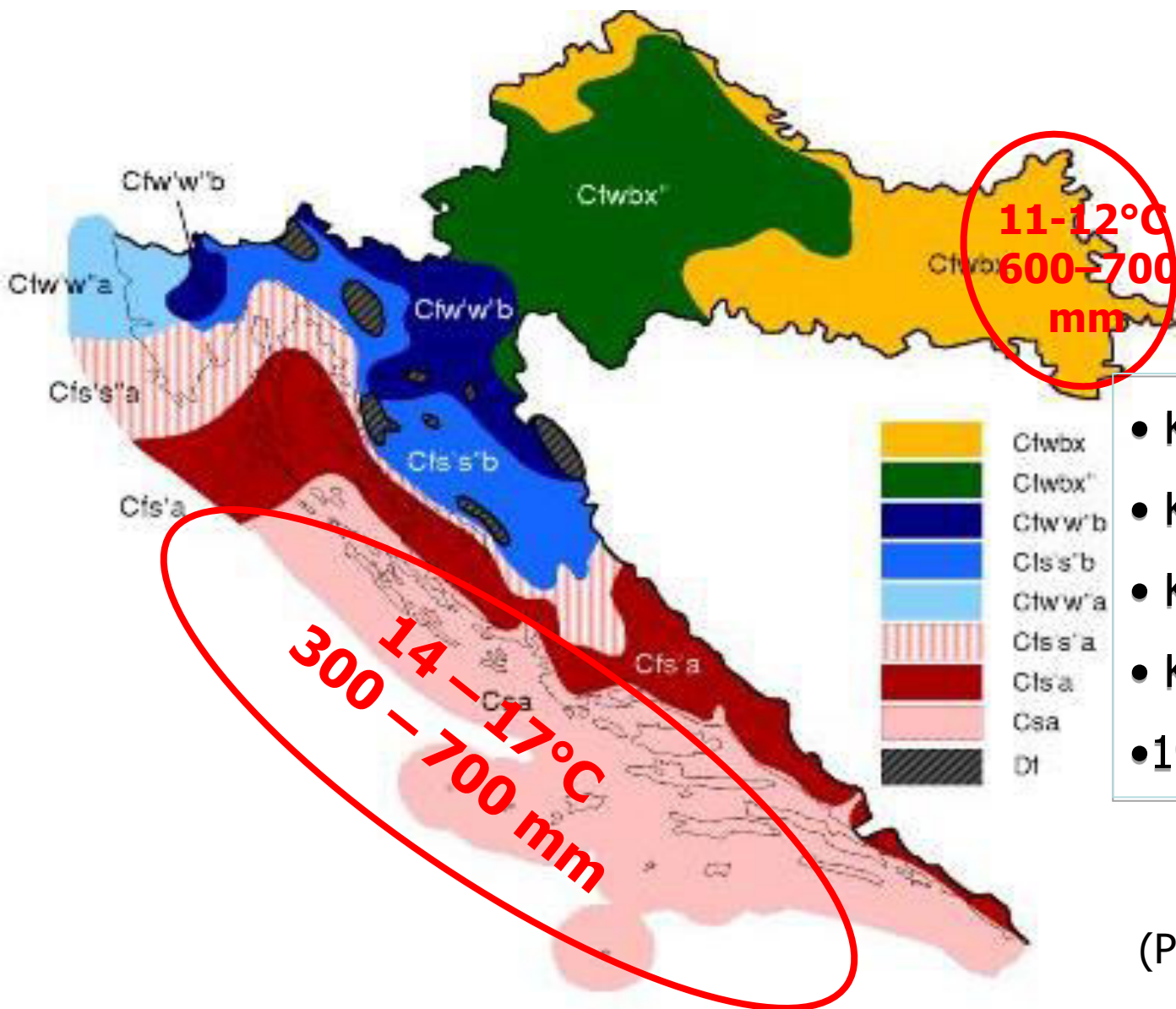
Köppenove klimatske zone (1961-1990)



Gospodarski gubitci (1995-2014)



Köppenova podjela klime

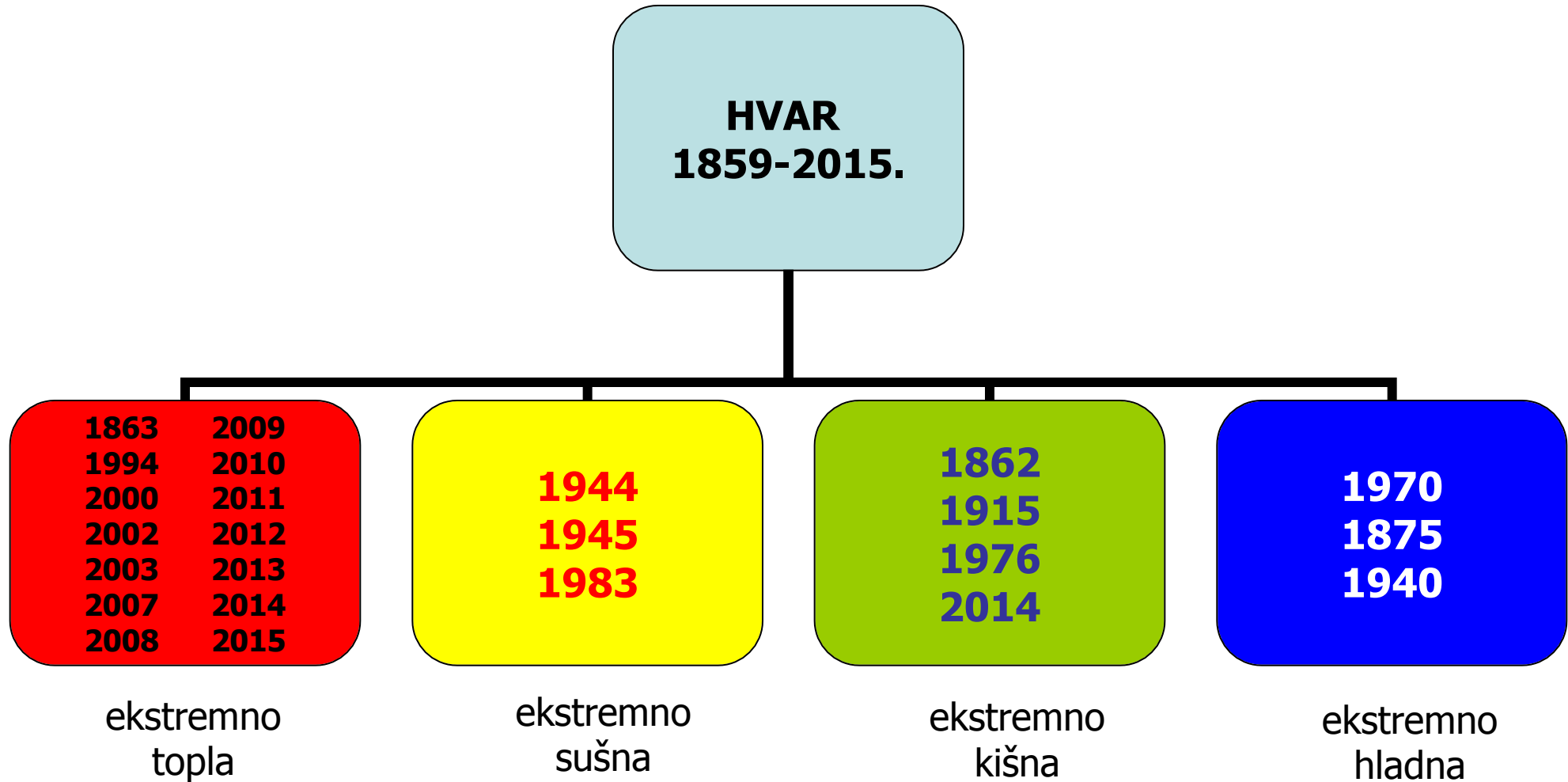


- Klima kukuruza
- Klima bukve
- Klima primorskog vrijesa
- Klima masline
- 19 varijanti klime C i D

(Penzar i Penzar, 1985)

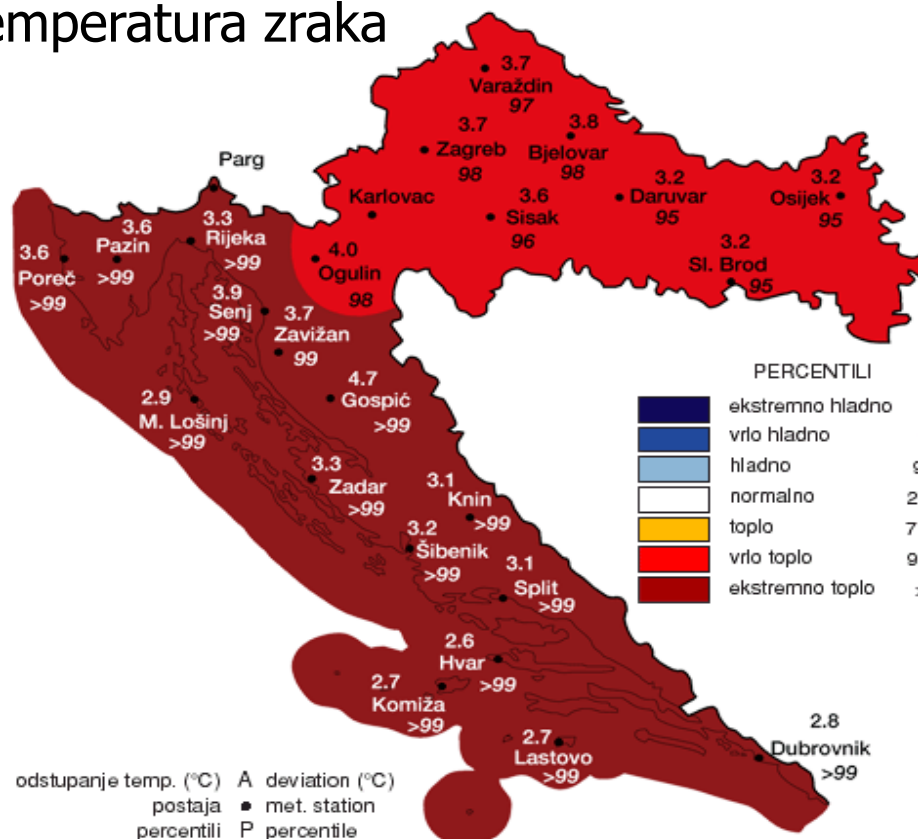
Opažene klimatske promjene i poljoprivreda

Ekstremne godine

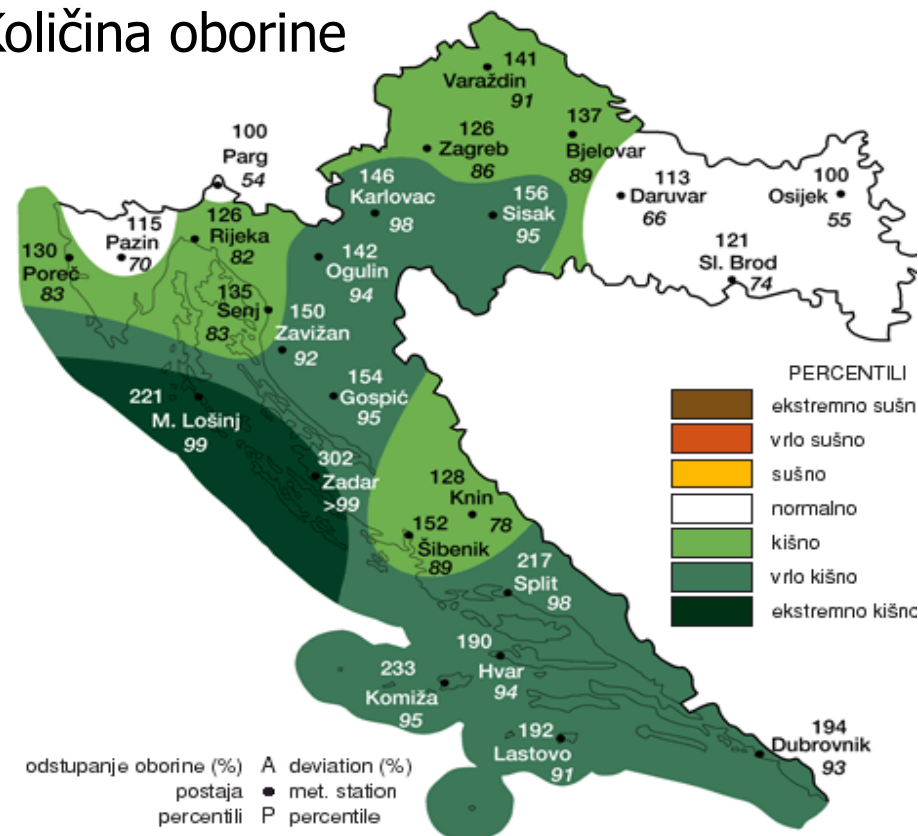


Ekstremne vremenske prilike

zima 2014.
Temperatura zraka



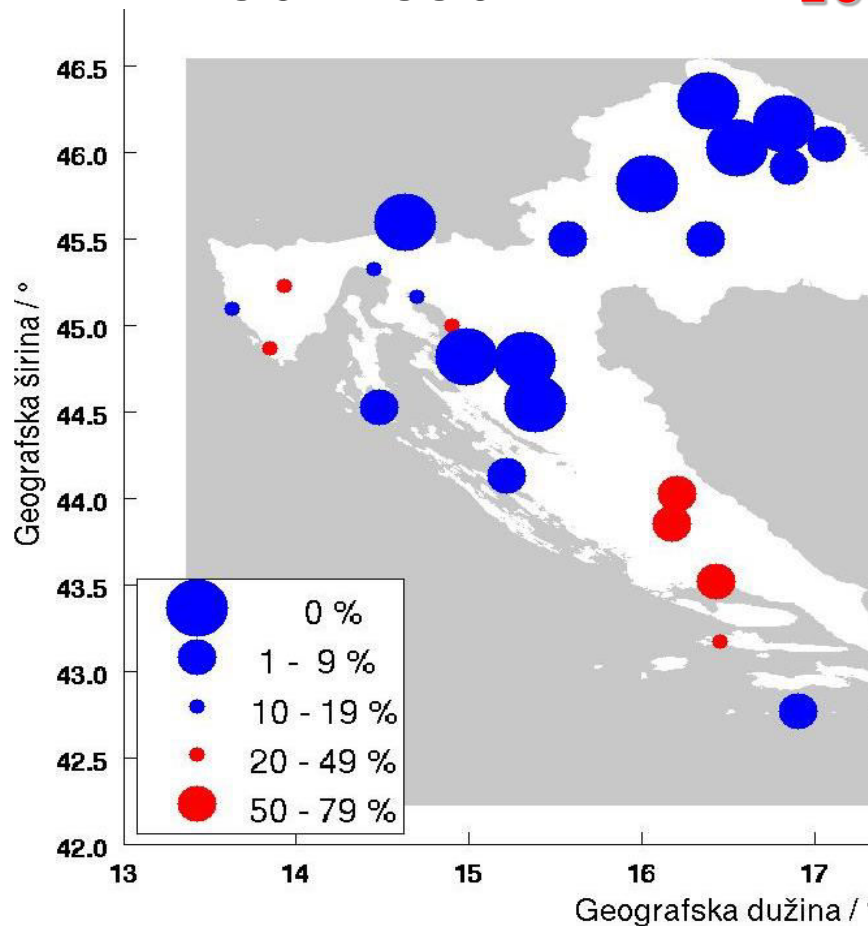
ljetno 2014.
Količina oborine



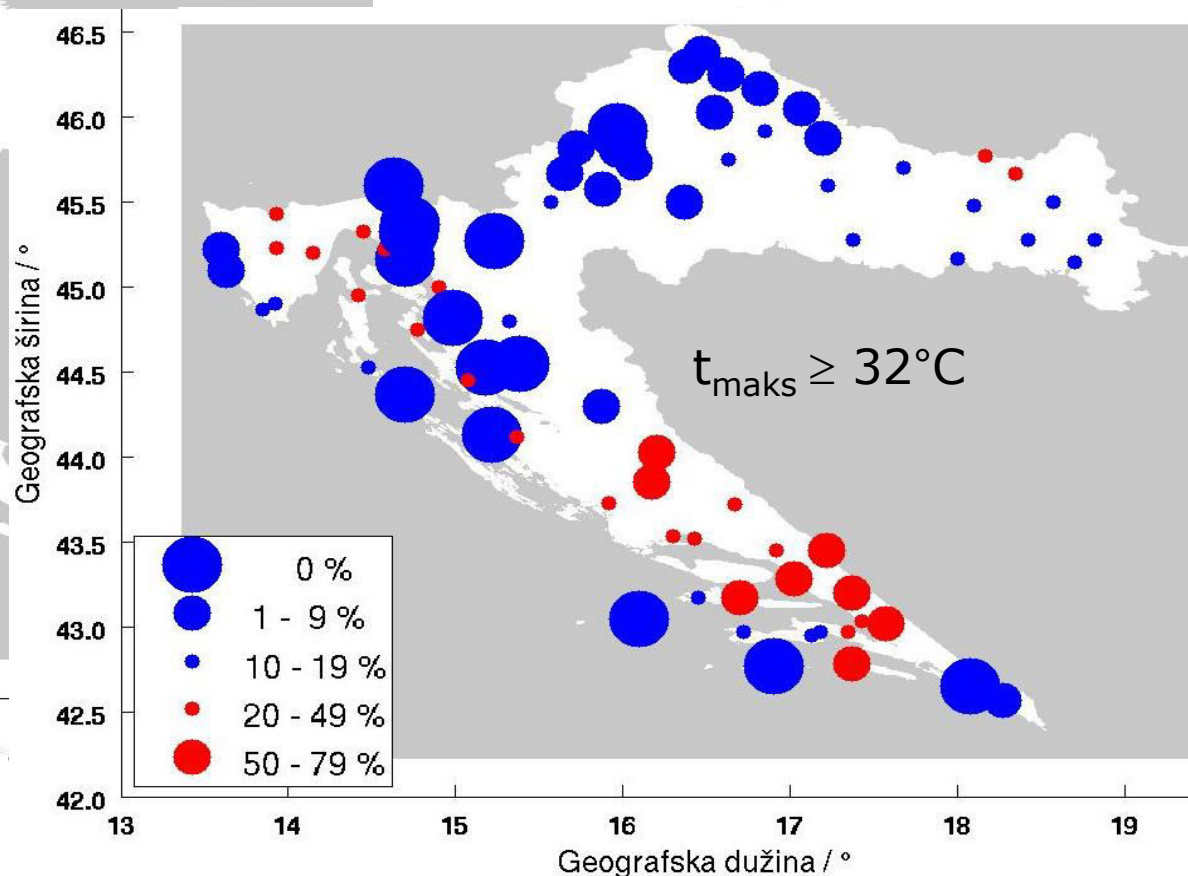
Toplinski stres

1961-1990.

10 uzastopnih dana s $T_{maks} \geq 30^{\circ}\text{C}$



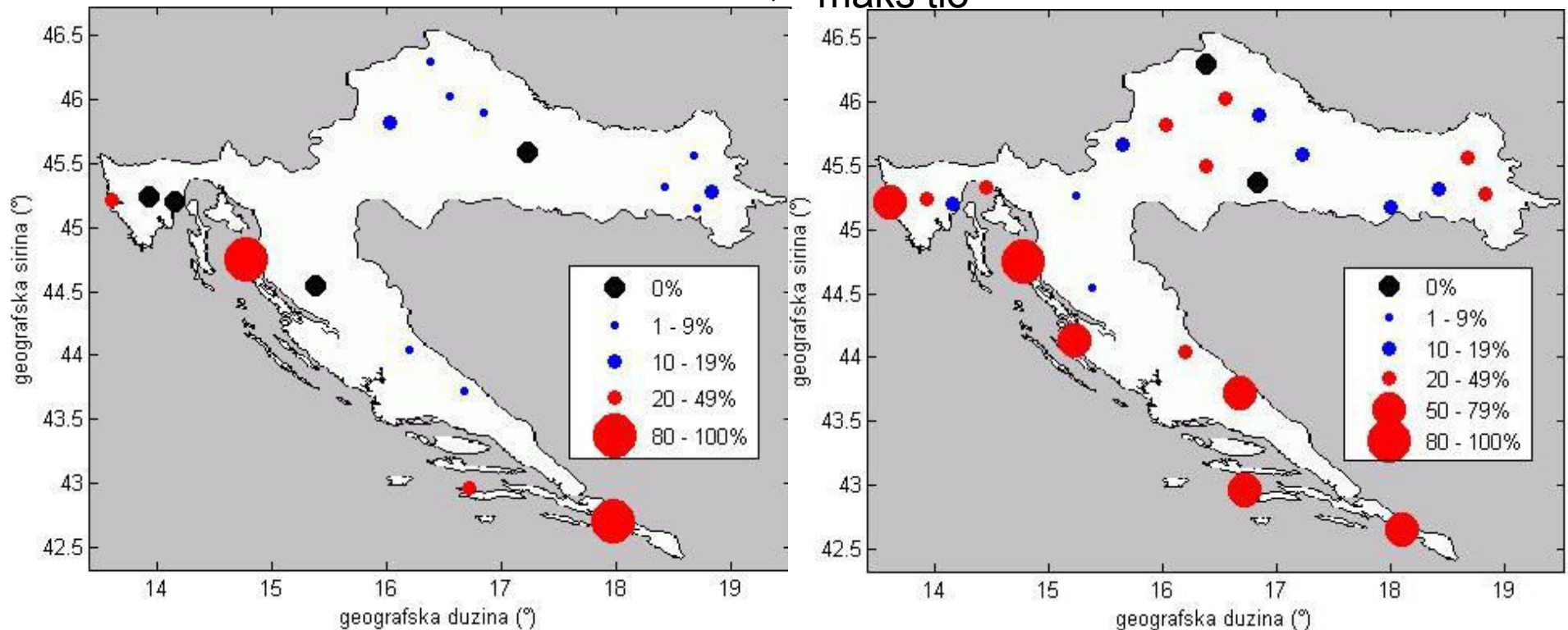
1981-2010.



Izvor: Vučetić i Feist (2013)

Maksimalna temperatura tla

1961–1990. $d = 2 \text{ cm}$, $t_{\text{maks tlo}} \geq 35^\circ\text{C}$ 1981–2010.

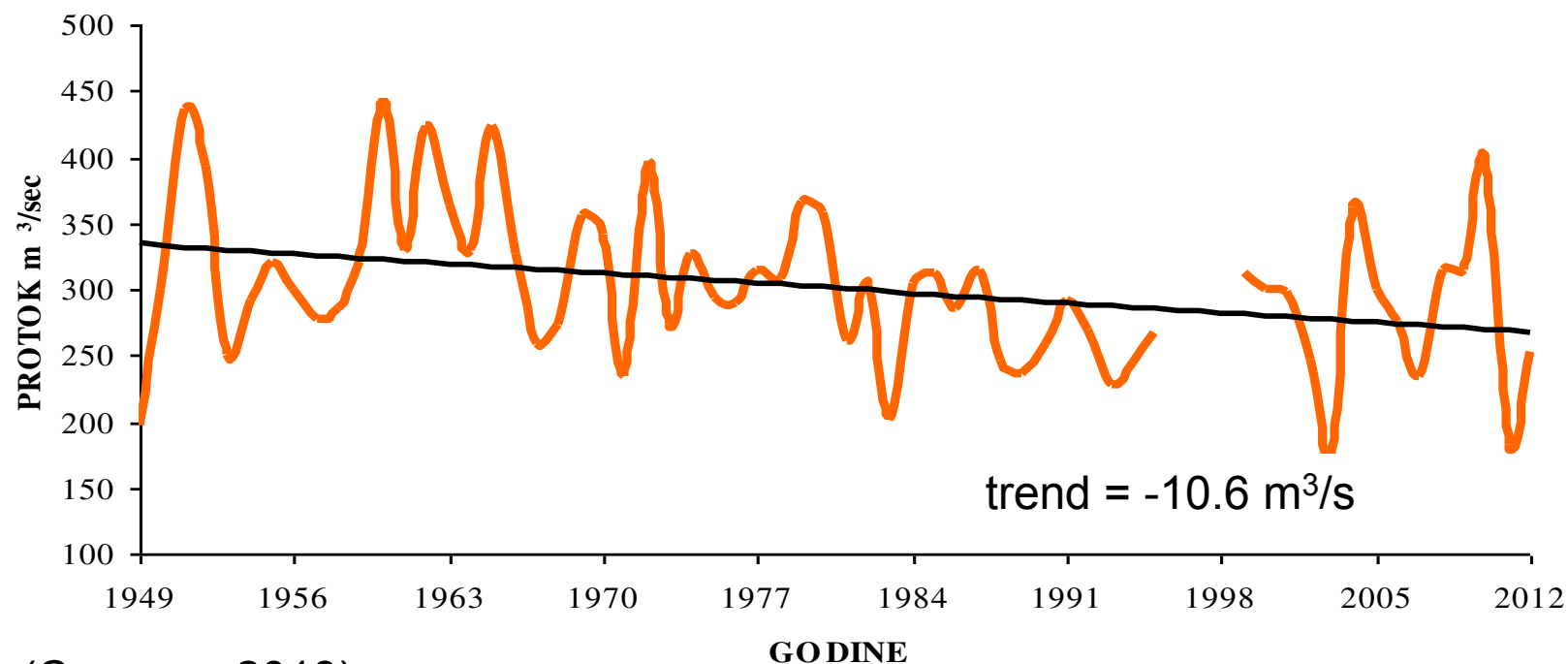


Od 2000. visoka temperatura tla iznad 45°C u trajanju duljem od 10 dana, osim na dubrovačkom području, javlja se duž Jadrana i u istočnoj Slavoniji.

(Sviličić, Vučetić, Filić i Smolić, 2016)

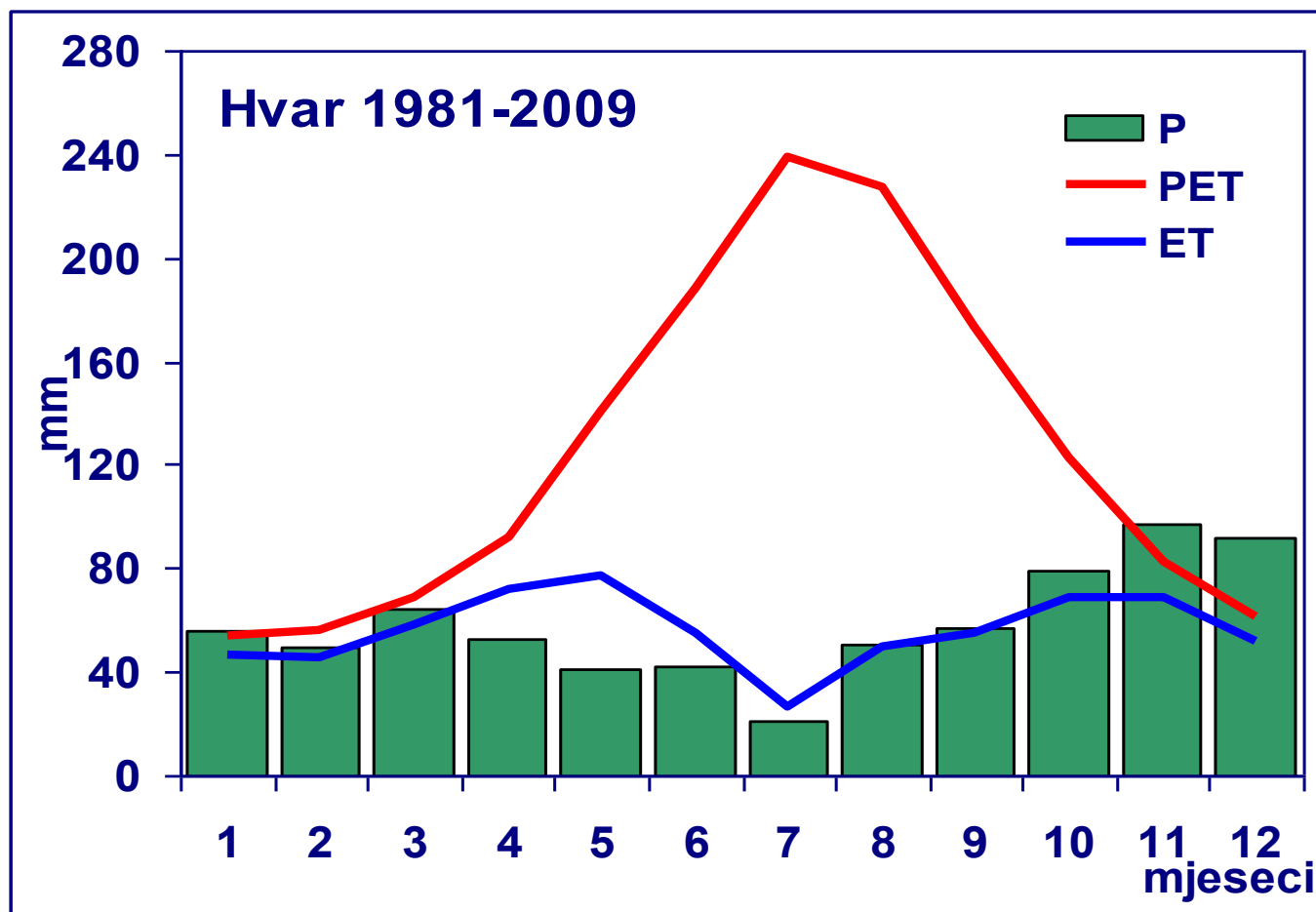
Srednji godišnji protok

LINEARNI TREND SREDNJEG GODIŠNJEG PROTOKA
ZAGREB-SAVA- RAZDOBLJE 1949-2012

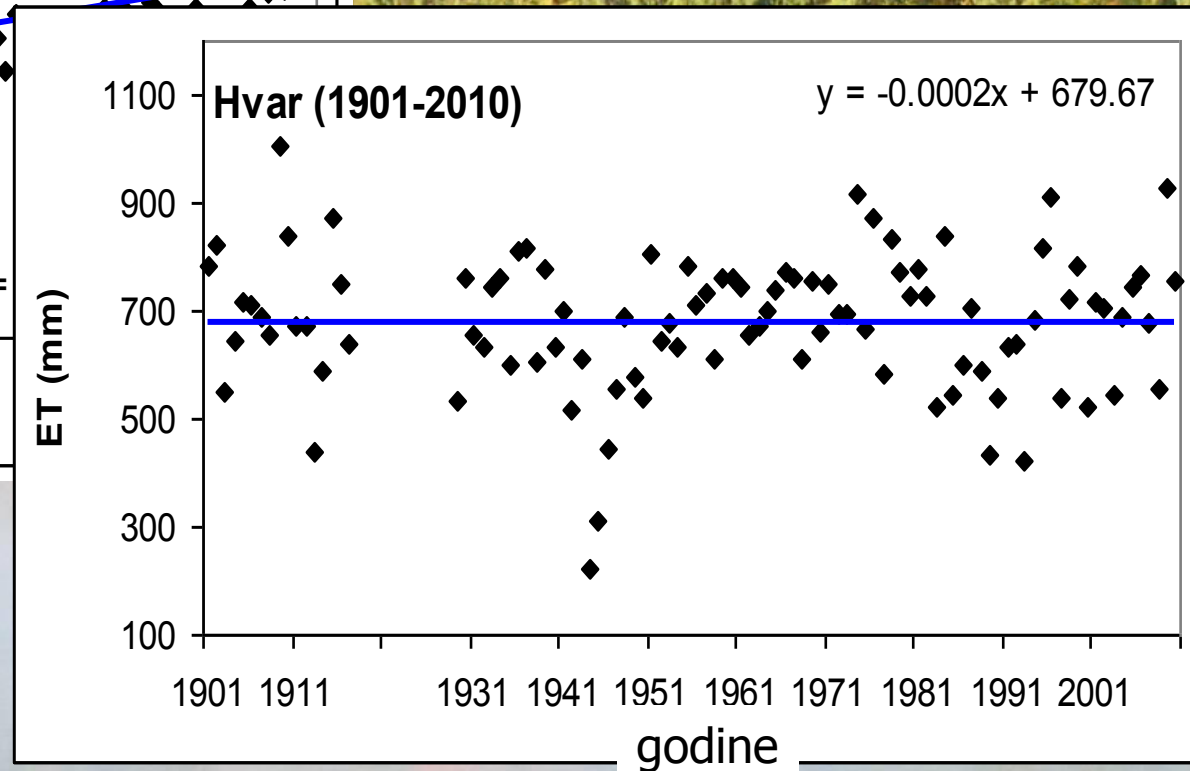
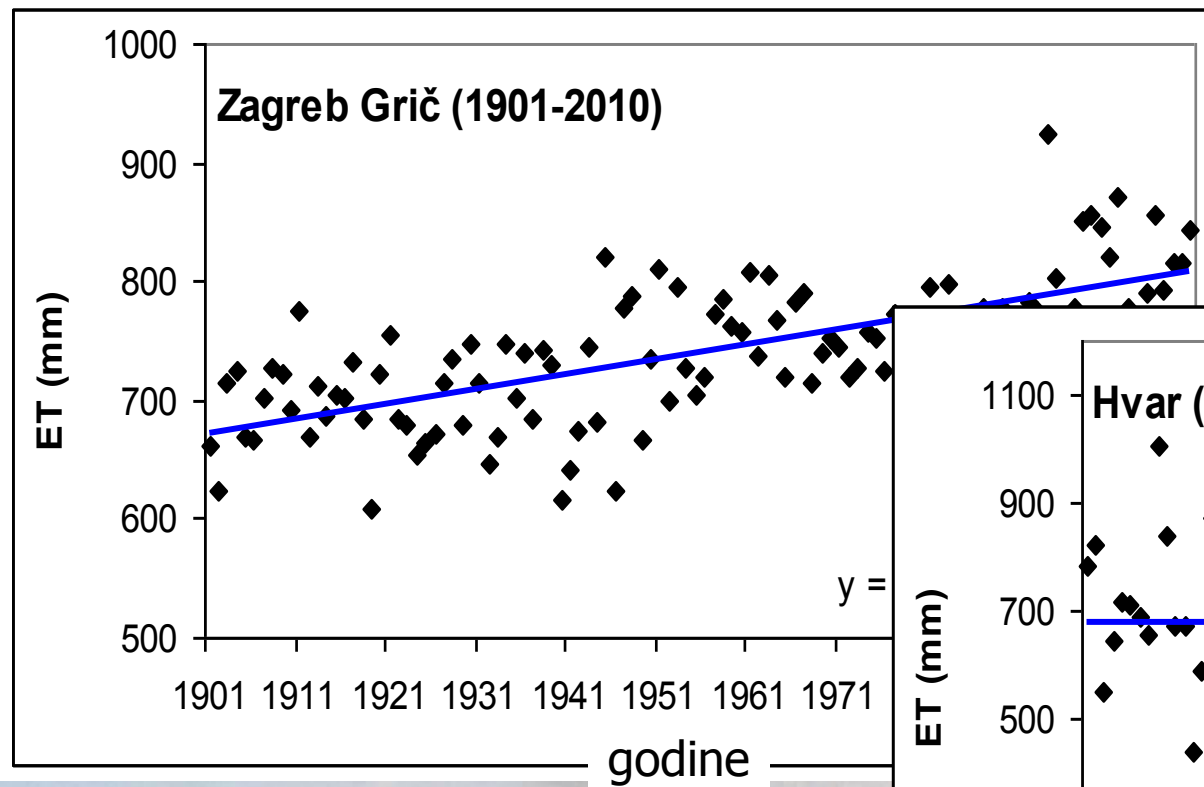


(Cesarec, 2013)

Potencijalna i stvarna evapotranspiracija



Trend stvarne evapotranspiracije (1901-2010)



(Ferina i Vučetić, 2013)

Huglinov indeks

$$HI = \sum_{i=1.4.}^{30.9.} \left[\frac{(T_{m,i} - 10) + (T_{max, i} - 10)}{2} \right] k$$

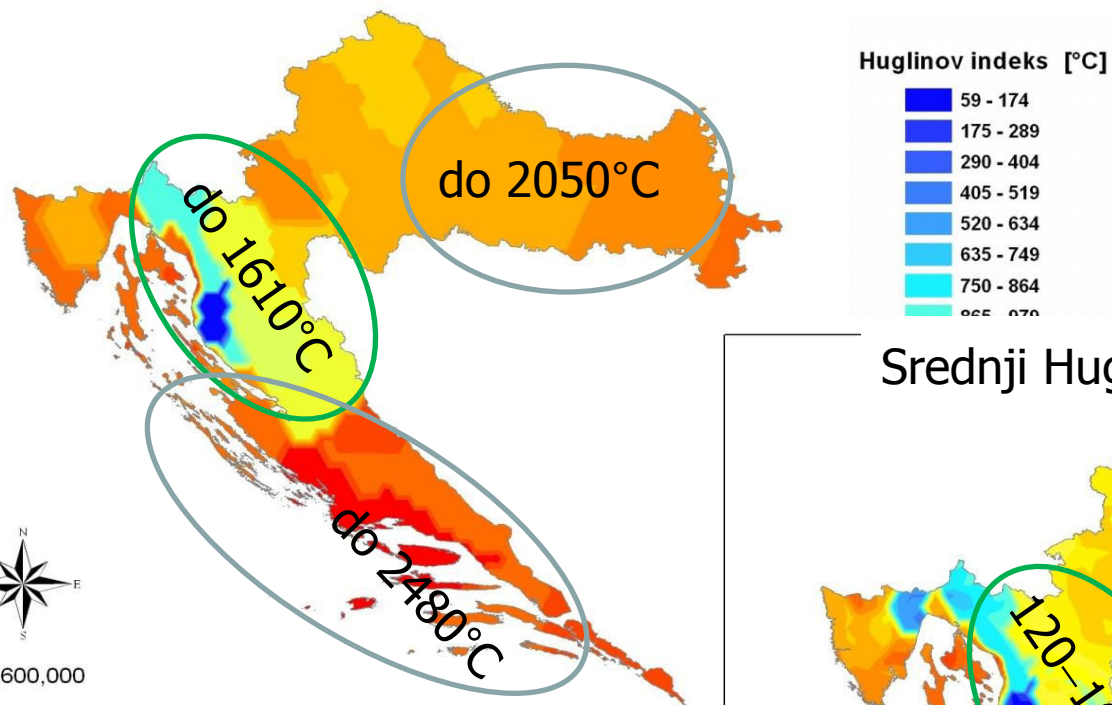
□ HI > 1600°C

φ	k
42.1°- 44.0°	1.03
44.1°- 46.0°	1.04
46.1°- 48.0°	1.05



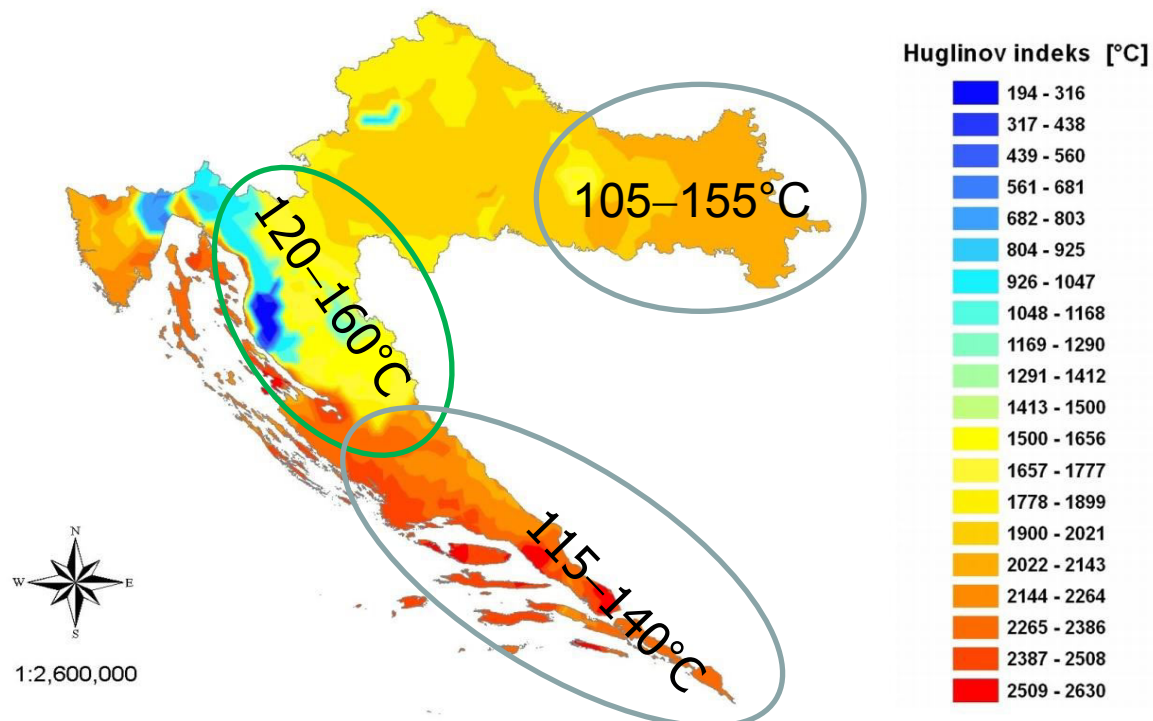
Huglinov indeks

Srednji Huglinov indeks (1961-1990)



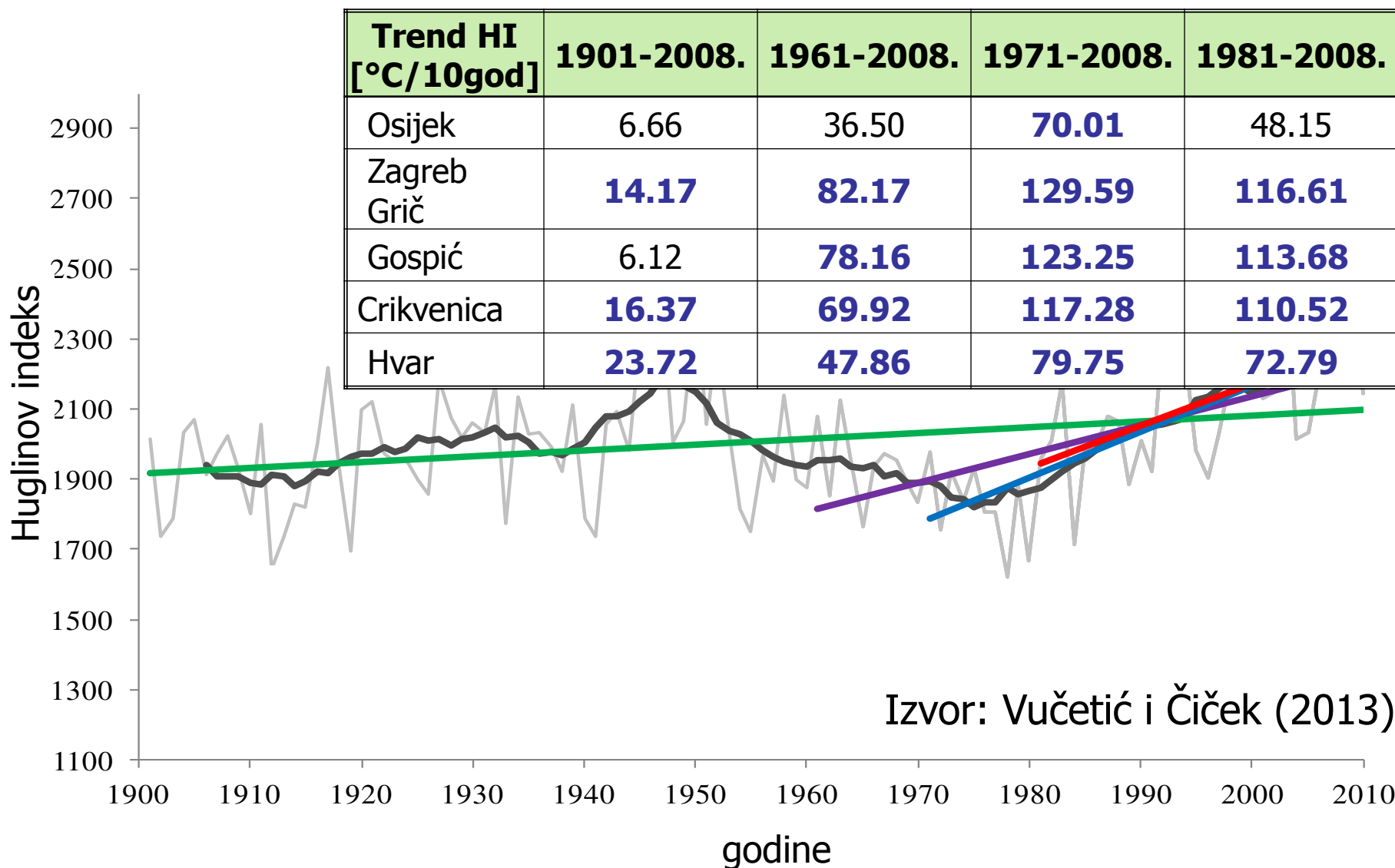
- ❑ nove sorte vinove loze u kontinentalnoj Hrvatskoj, više crnih sorata
- ❑ gorska Hrvatska postaje povoljnija za uzgoj ranih sorata ispod 600 m.

Srednji Huglinov indeks (1981-2008)



Izvor: Vučetić i Čiček (2013)

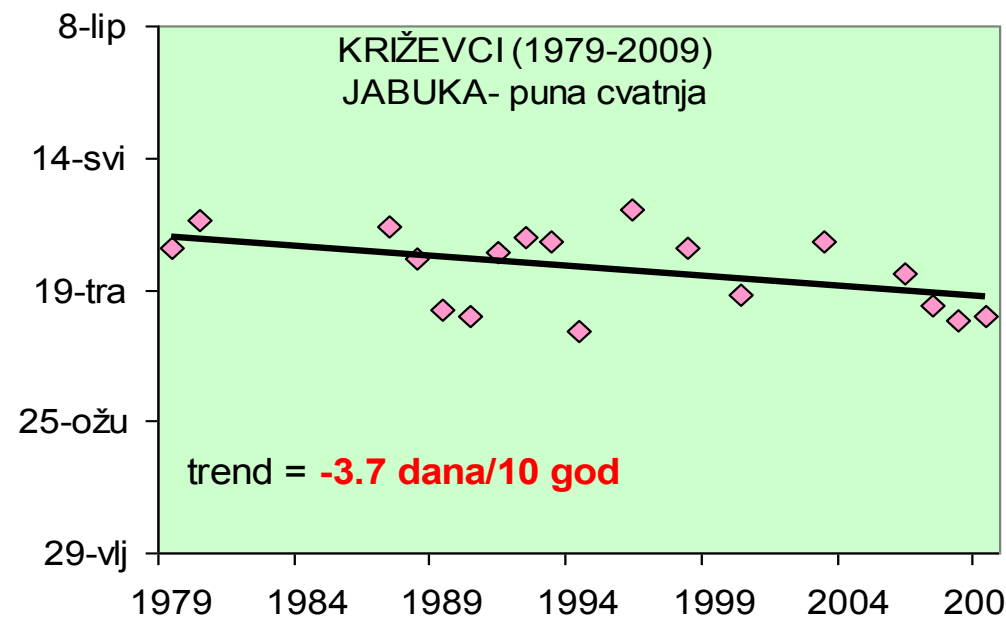
Trend Huglinovog indeksa



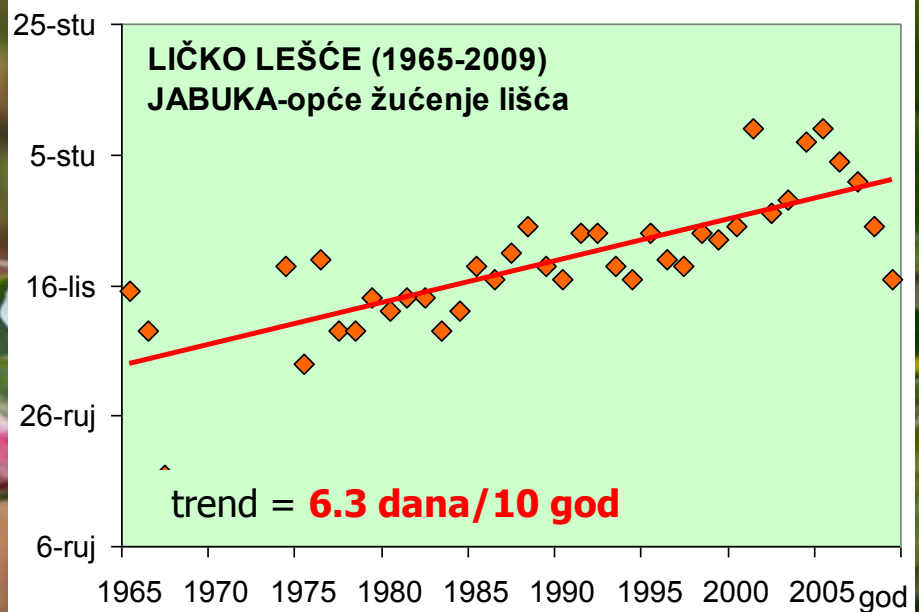
Fenološka istraživanja

Sorta vinove loze	Područje	Trajanje razdoblja zrenja (dani)		
		1961-1990	1971-2000	1981-2009
<i>Graševina</i>	Panonija	35	30	22
<i>Plavac mali</i>	Jadran	38	36	27

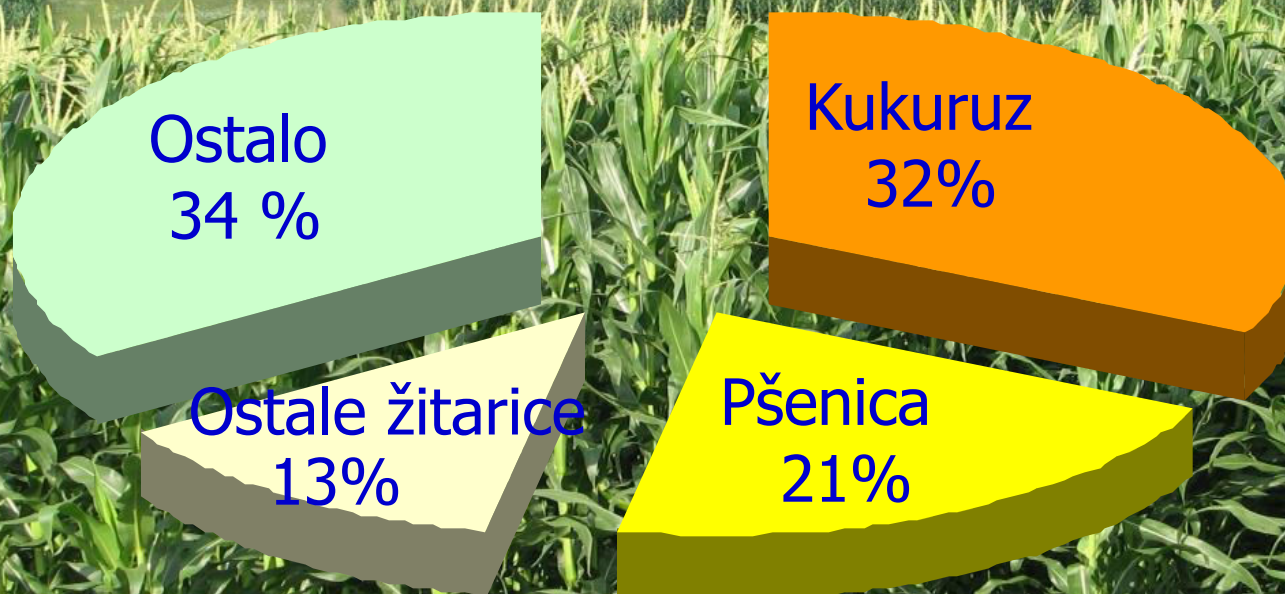
(Vučetić i Čiček, 2013)



(Krulić i Vučetić, 2011)



Poljoprivredne površine u Hrvatskoj (1998-2007)



Temperaturne sume

□ Jednostavna metoda srednjaka

$$TS = ((T_{maks} + T_{min})/2) - T_p$$

T_{maks} – maksimalna dnevna temperatura zraka

T_{min} – minimalna dnevna temperatura zraka

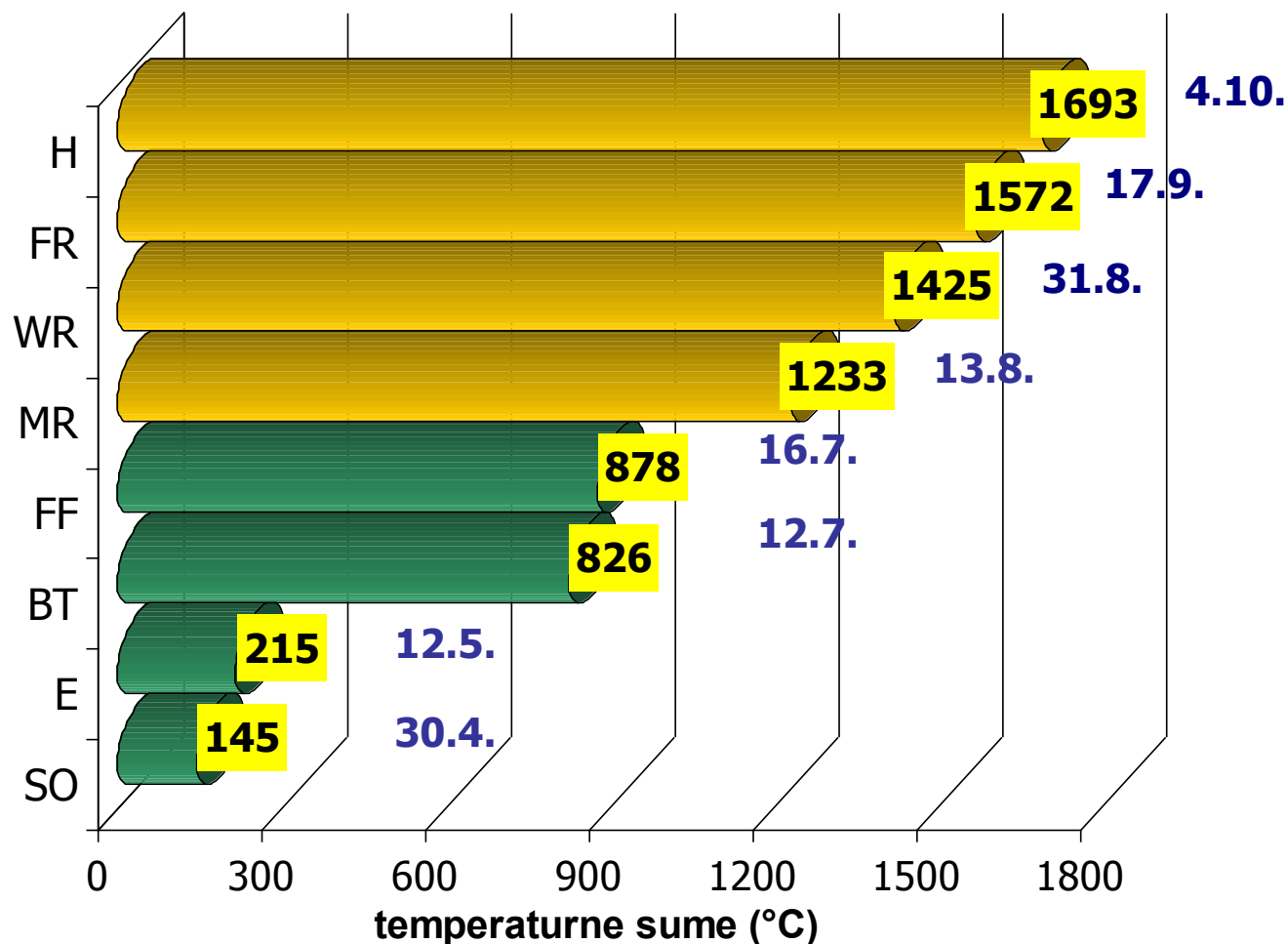
T_p – temperaturni prag



Temperaturne sume kukuruza

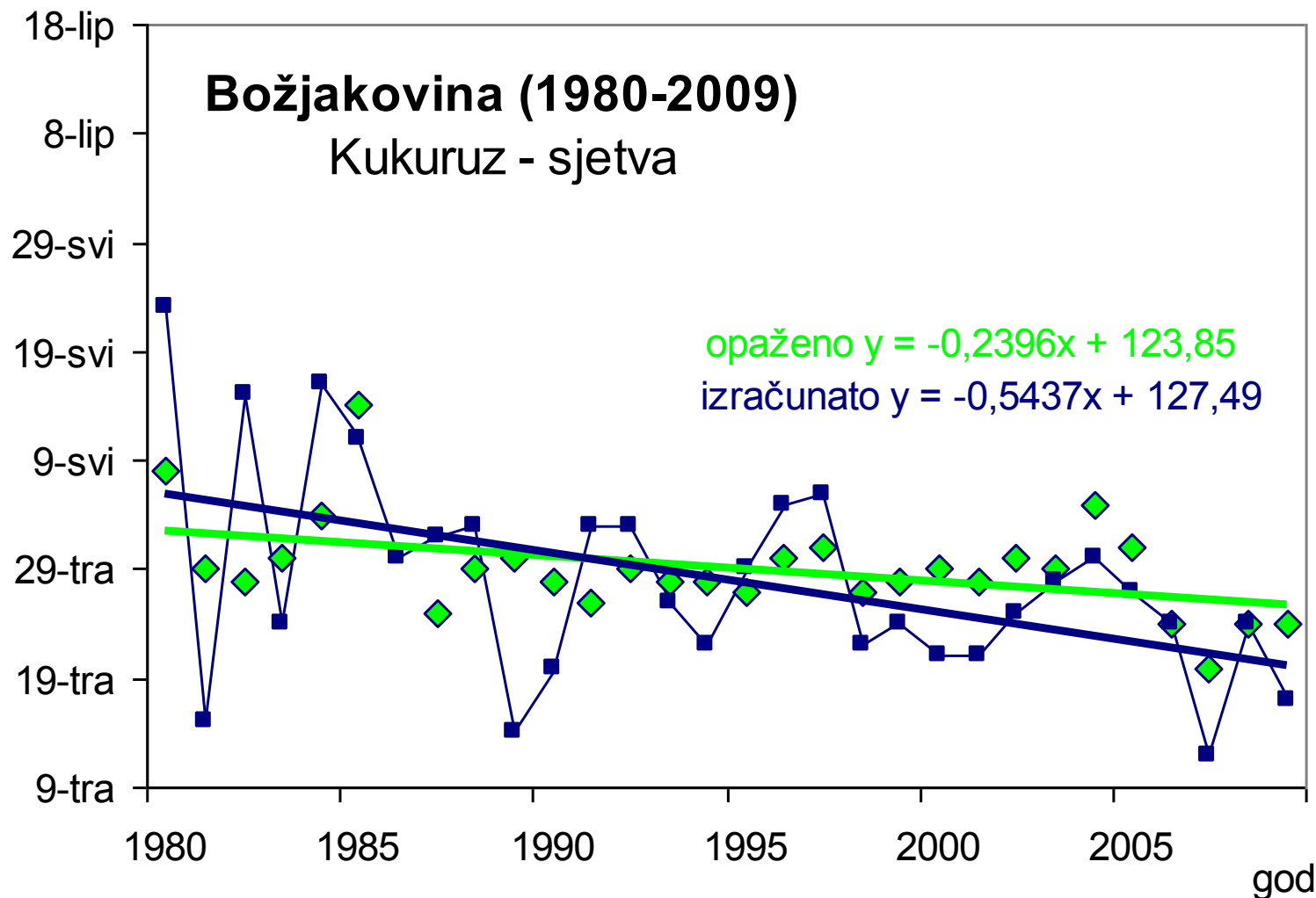
Srednje temperaturne sume ($T_d = 10^\circ\text{C}$)
Zagreb (1980-2009)

Božjakovina (1980-2009)
fenološke faze kukuruza

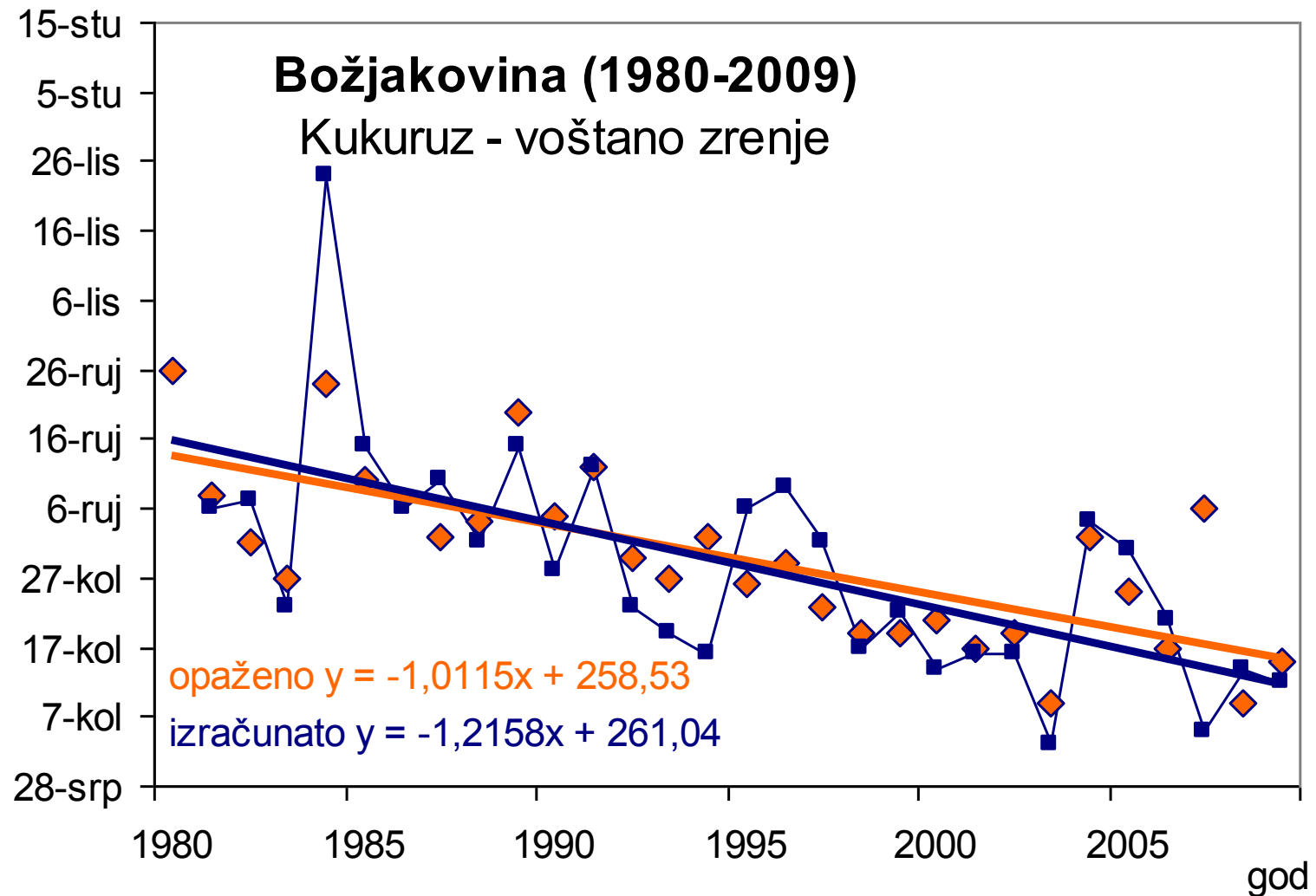


SO: Sjetva
E: Nicanje
BT: Metličanje
FF: Svilaanje
MR: Mliječno zrenje
WR: Voštano zrenje
FR: Puno zrenje
H: Berba

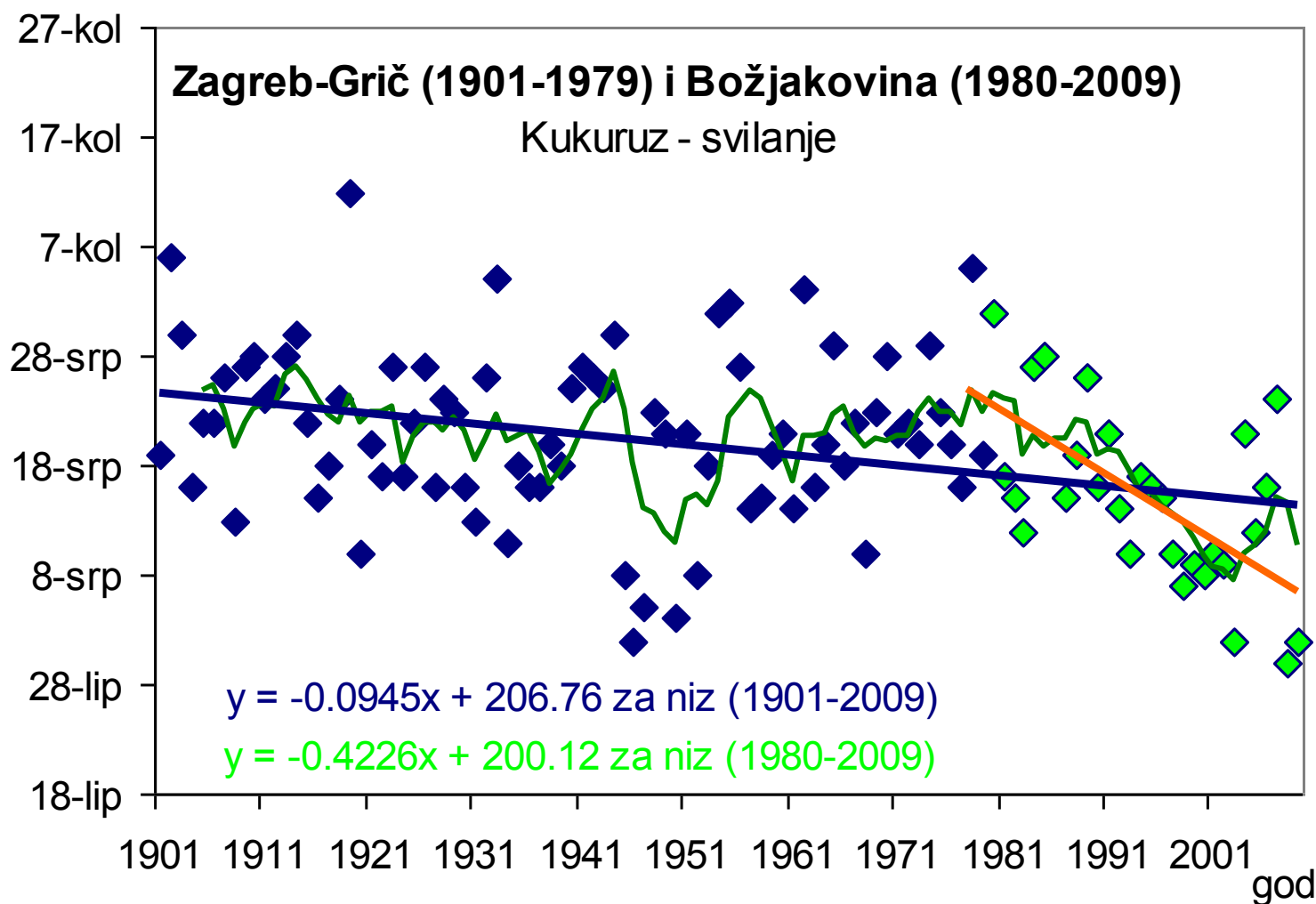
Procjena datuma sjetve kukuruza



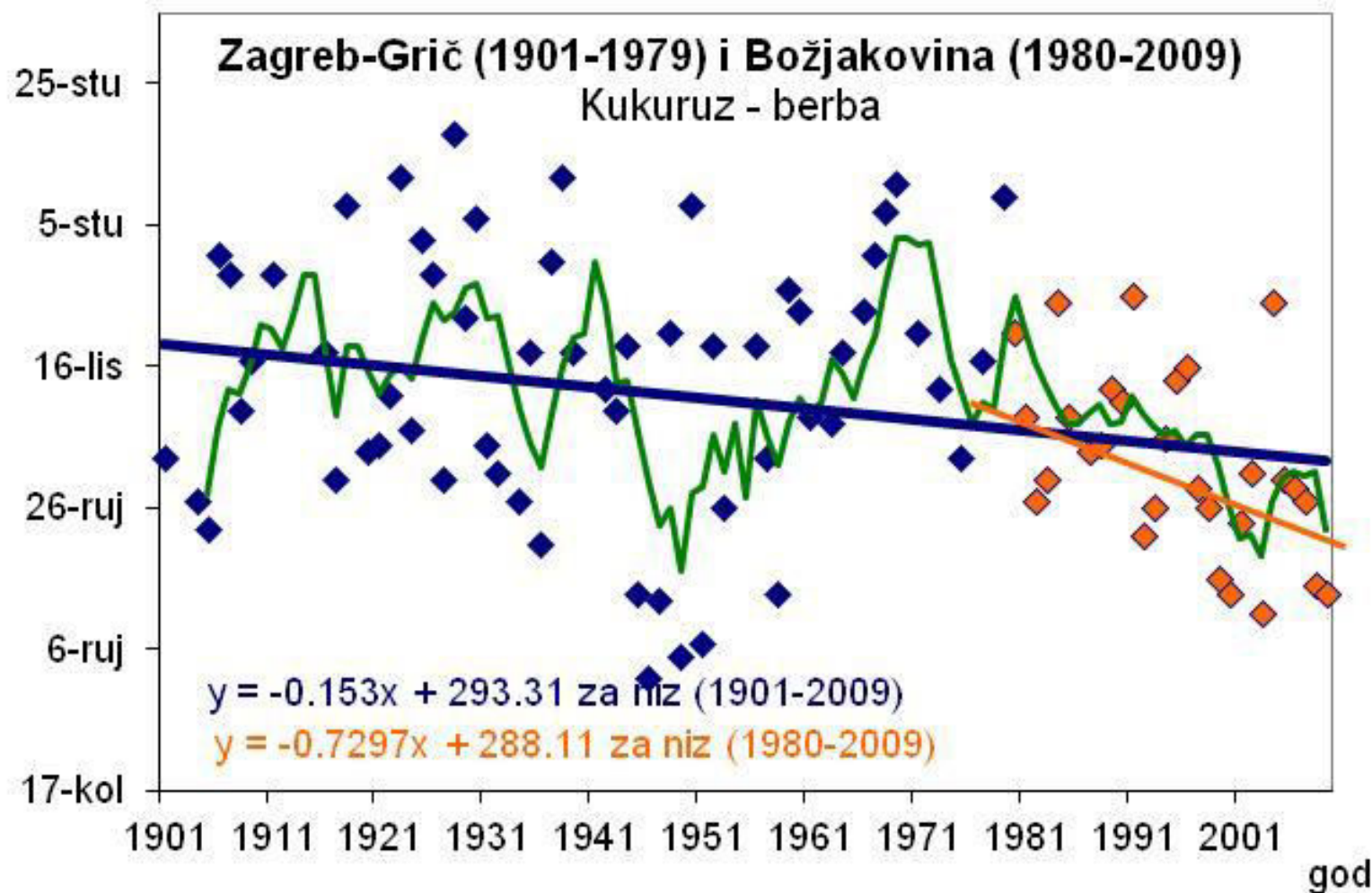
Procjena datuma voštanog zrenja kukuruza



Rekonstrukcija datuma svilanja kukuruza



Rekonstrukcija datuma berbe kukuruza

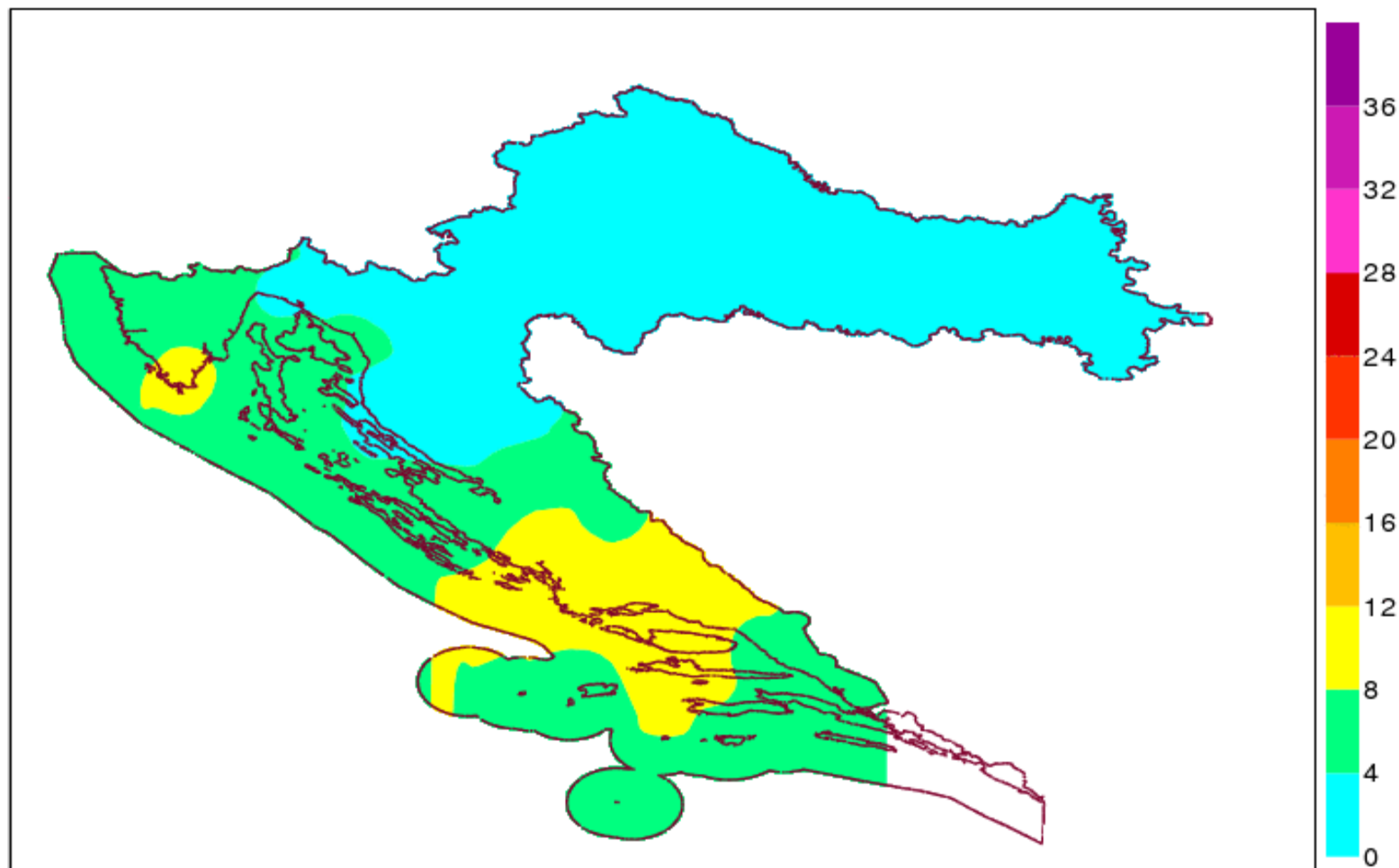


Opažene klimatske promjene i zaštita šuma od požara

Ocjena sezonske žestine (1960-2016)

Potencijalna opasnost od šumskih požara od lipnja do rujna

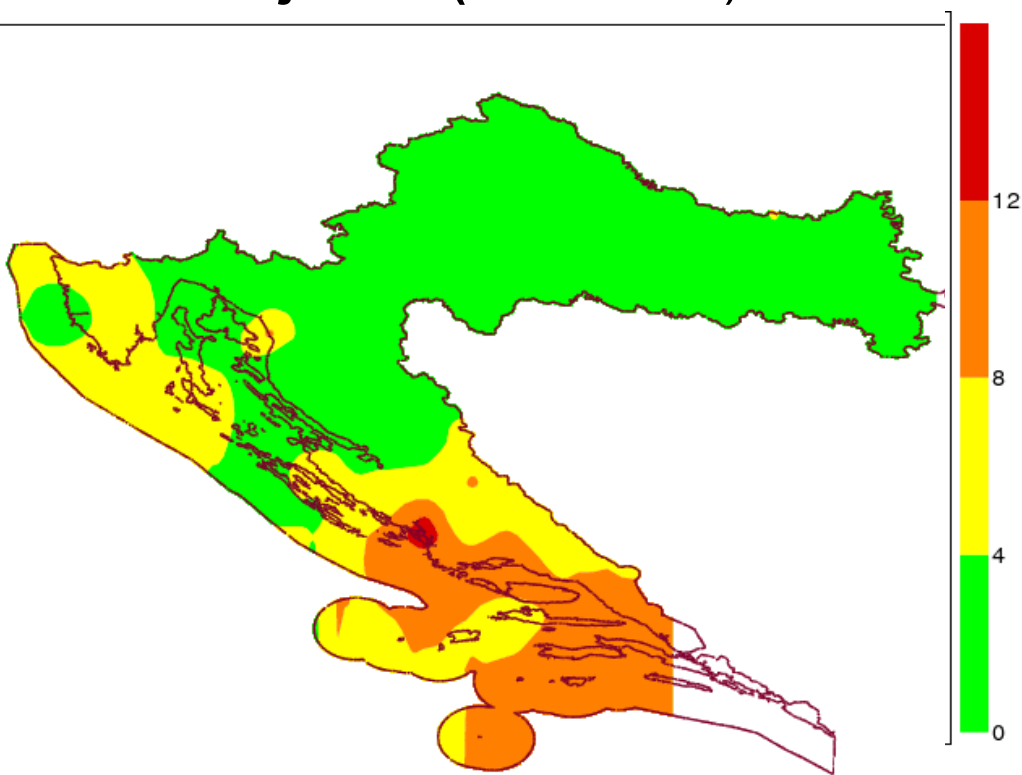
SSR 2016.



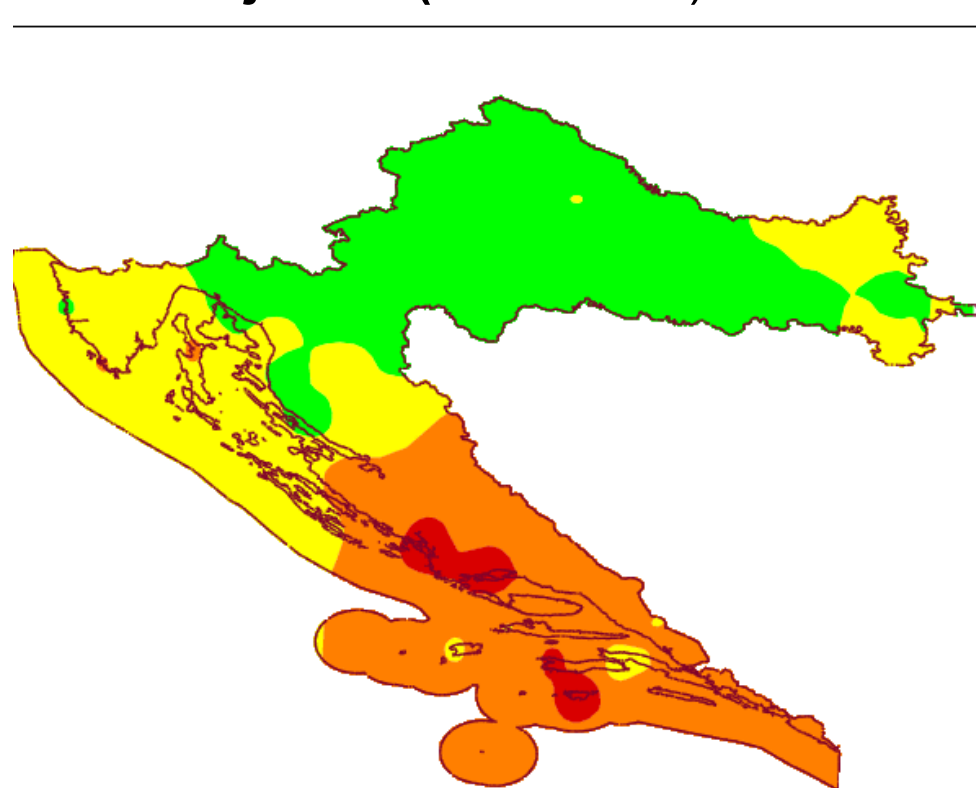
Izvor: DHMZ

Srednja sezonska žestina

Srednji SSR (1961-1990)

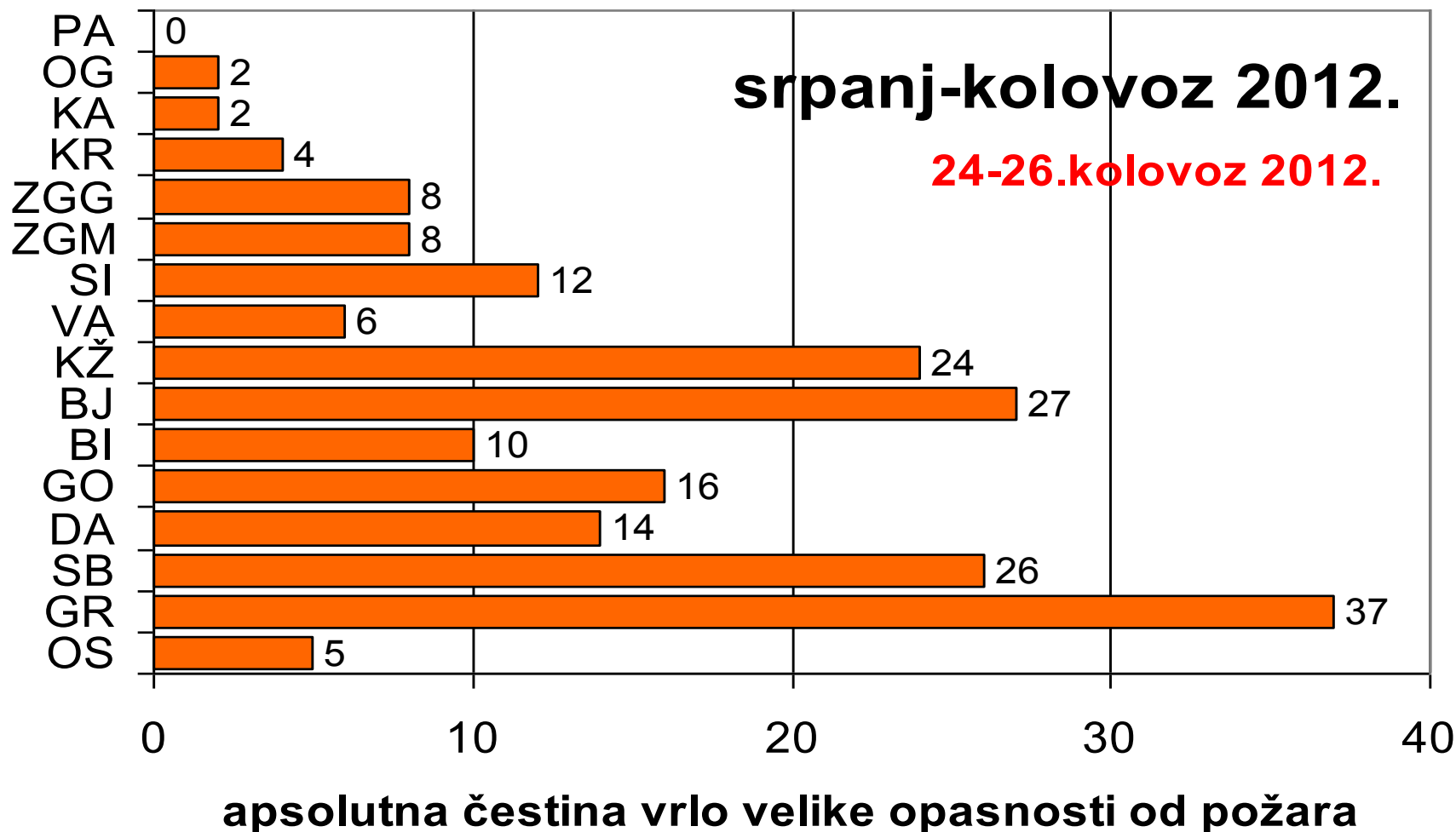


Srednji SSR (1981-2010)



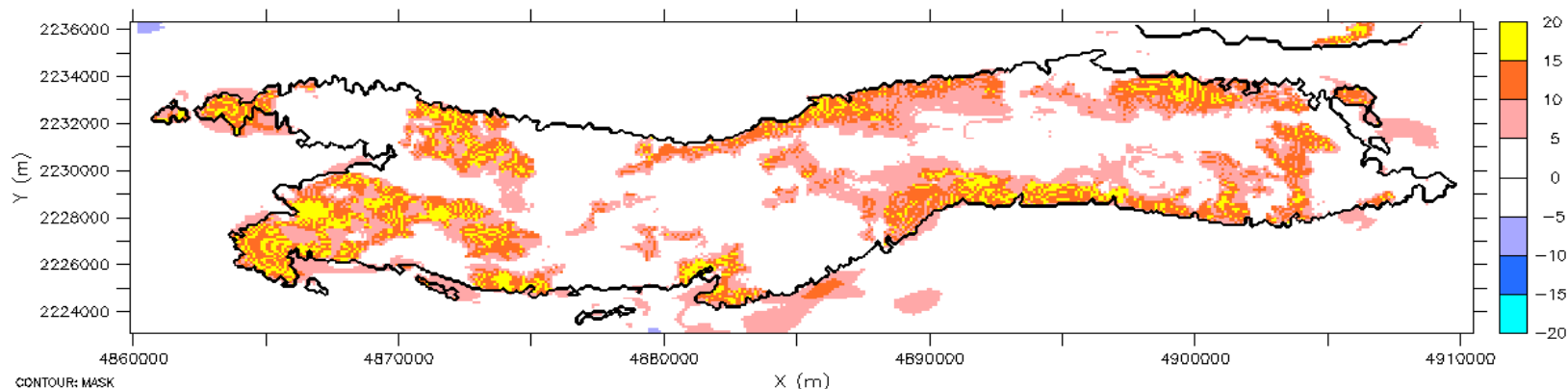
(Barešić i Vučetić, 2012)

Vrlo velika opasnost od šumski požara u kontinentalnoj Hrvatskoj



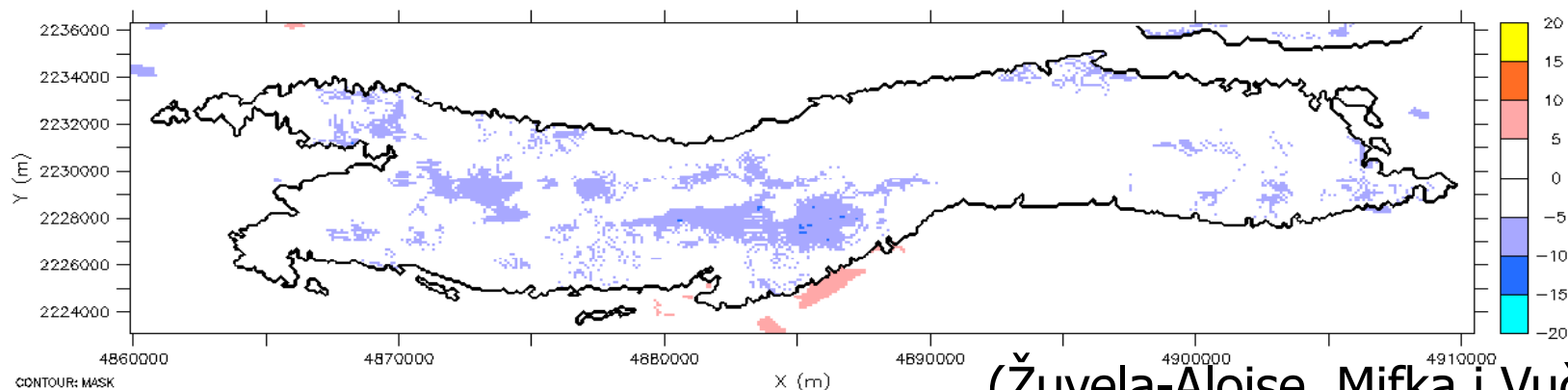
Intenzivna poljoprivreda

Razlika srednjeg godišnjeg broja toplih dana ako se šumsko zemljište pretvori u poljoprivredno



Maslinici

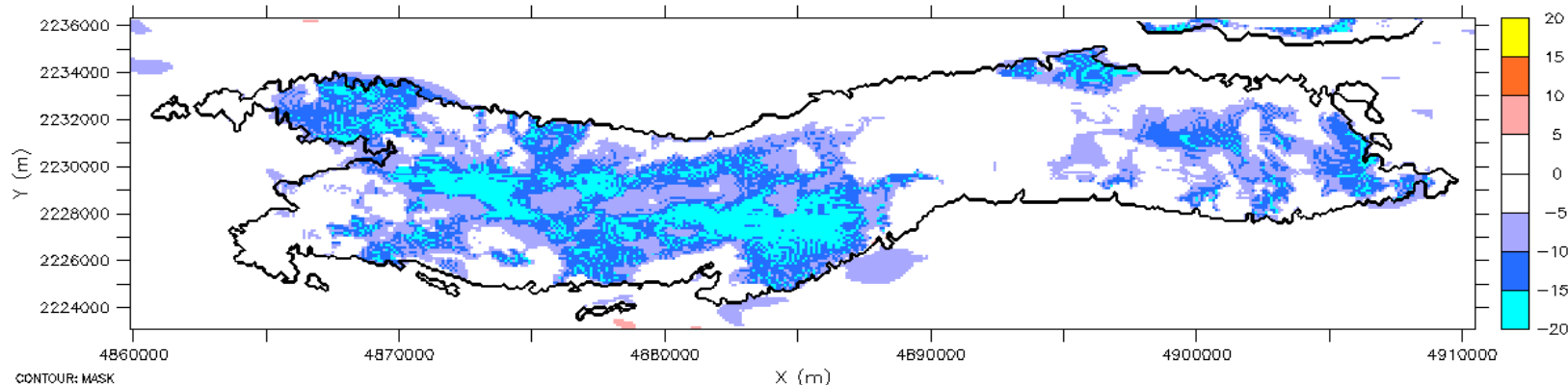
Razlika srednjeg godišnjeg broja toplih dana ako se poljoprivredne površine zasade maslinama



(Žuvela-Aloise, Mifka i Vučetić, 2013)

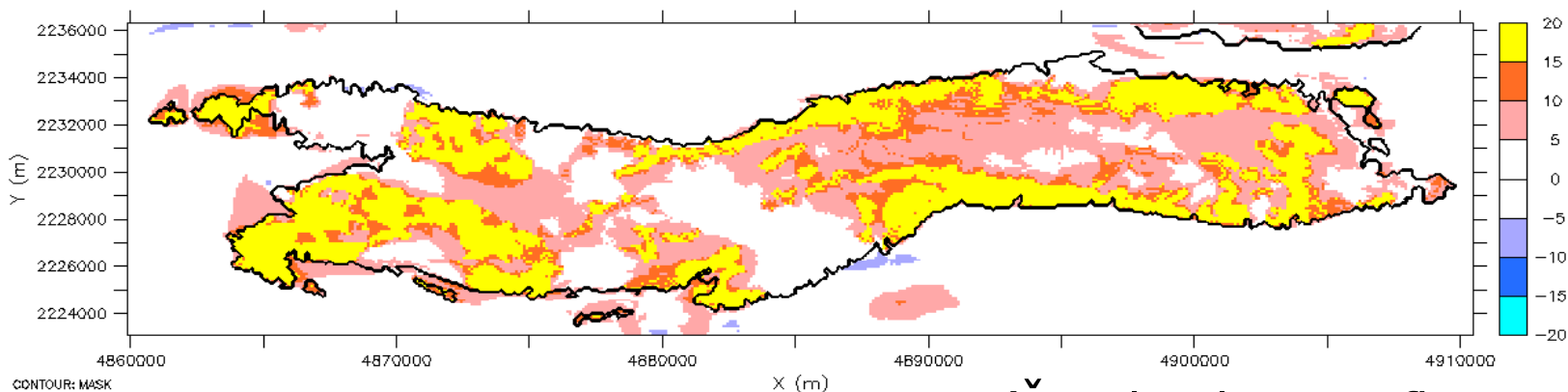
Pošumljavanje

Razlika srednjeg godišnjeg broja toplih dana ako se poljoprivredne površine pošume



Šumski požari

Razlika srednjeg godišnjeg broja toplih dana ako izgori sav šumski pokrov i ostane kamenjar



(Žuvela-Aloise, Mifka i Vučetić, 2013)

Zaključak 1

- ❖ učestaliji ekstremni događaji posebice ekstremno tople godine
- ❖ ugroženost od toplinskog stresa zahvaća gotovo cijelu Hrvatsku osim gorske Hrvatske
- ❖ najveće gospodarske štete od suše, a zatim tuče i poplava
- ❖ raniji početak vegetacije i skraćivanje razdoblja zrenja što utječe na raniji početak berbe
- ❖ potencijalna opasnost od požara raslinja se širi od srednjeg Jadrana prema sjevernom i unutrašnjosti Hrvatske posebice istočna Slavonija, te produljenje požarne sezone

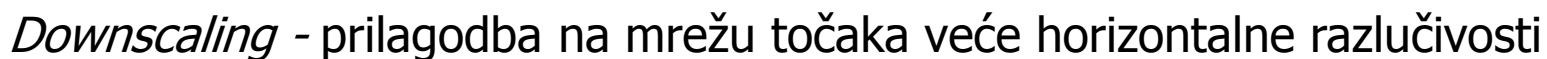
Agrometeorološko modeliranje

Agrometeorološki modeli

- Empiričko-statistički modeli (regresijske metode, bivši SSSR)
- Dinamičko-deterministički modeli (SAD, Nizozemska i Australija, intenzivni razvoj od 1980-tih godina)

Najčešće primjenjivani agrometeorološki modeli u EU:

- DSSAT (SAD), WOFOST (Nizozemska), STICS (Francuska), CROPSYST (SAD), SIRIUS (Novi Zeland) itd.
- AQUACROP (FAO)



Cilj istraživanja

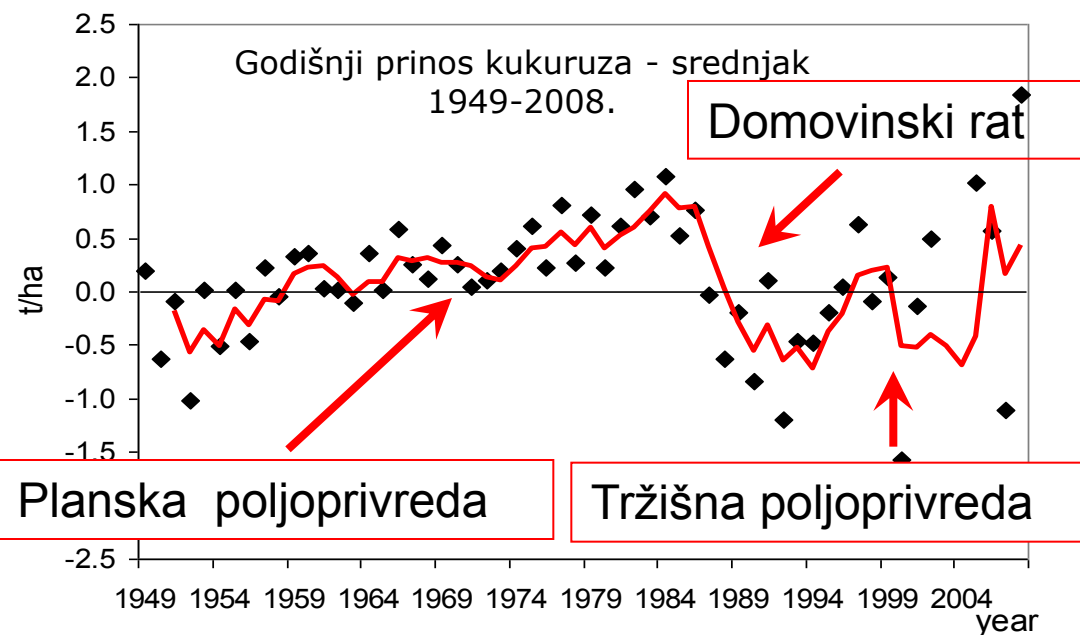
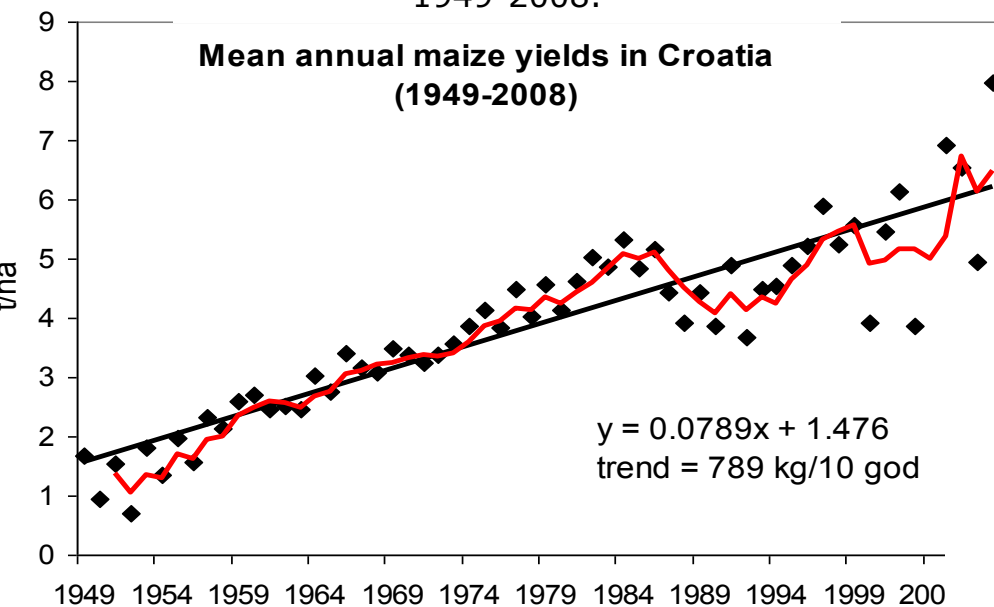
- ☐ Istražiti učinak klimatskih promjena na rast, razvoj i prinos kukuruza u Hrvatskoj
- ☐ Krajnji očekivani rezultat je odgovor na pitanje kako će predviđene klimatske promjene djelovati na duljinu vegetacijskog razdoblja kukuruza i njegovu produktivnost što je važno za planiranje proizvodnje hrane u Hrvatskoj.

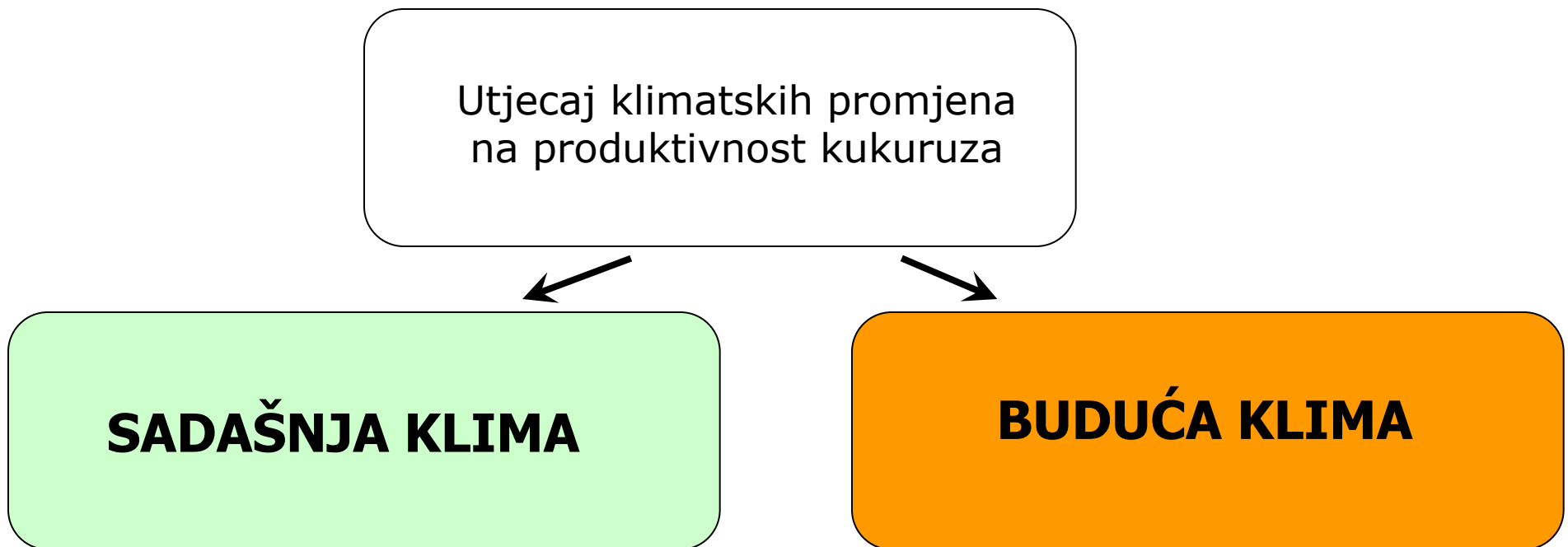


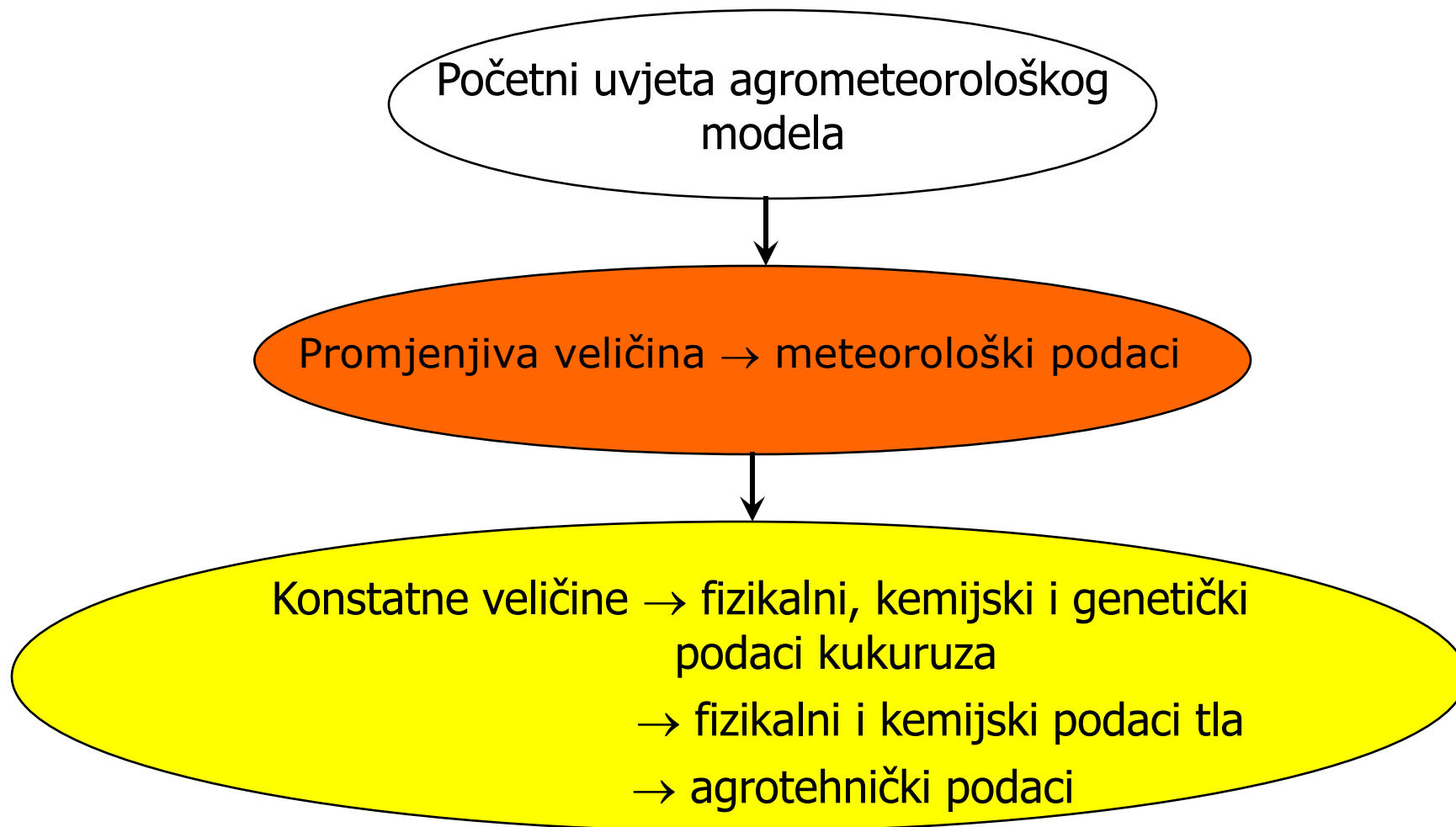
(Vučetić, 2011)

Trend srednjeg godišnjeg prinosa kukuruza

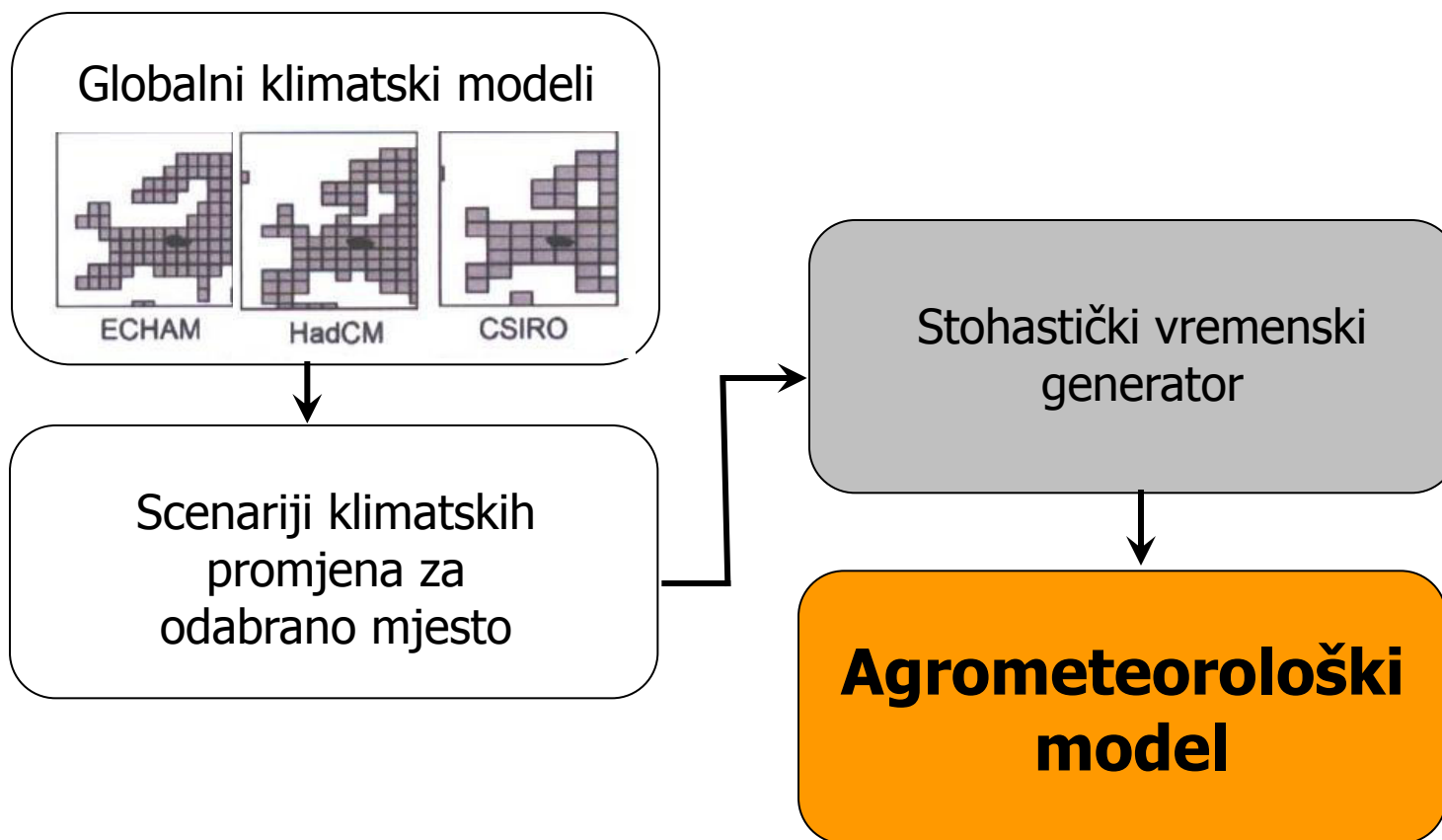
Srednji godišnji prinos kukuruza
1949-2008.







Metode istraživanja za buduću klimu



Globalni klimatski modeli

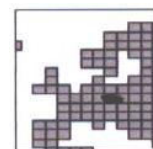
a) ECHAM - *Max-Planck Institute for Meteorology*



ECHAM

$2.8^{\circ} \times 2.8^{\circ}$

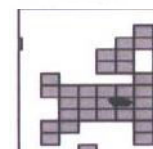
b) HadCM - *UK Hadley Centre Climate Prediction and Research*



HadCM

$2.3^{\circ} \times 3.75^{\circ}$

c) CSIRO - *Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*



CSIRO

$3.2^{\circ} \times 5.6^{\circ}$

Ime globalnoga klimatskog modela	Razlučivost modela (g. šir.×g. duž.)	Broj vertikalnih razina	Emisijski scenariji CO ₂
ECHAM4/OPYC3	$2.8^{\circ} \times 2.8^{\circ}$	19	1860–1989 povijesni CO ₂ 1990–2099 emisijski scenarij IS92a
HadCM3	$2.5^{\circ} \times 3.75^{\circ}$	19	1860–1989 povijesni CO ₂ 1990–2099 povećanje po 1% do $2 \times \text{CO}_2$
CSIRO-Mk2	$3.2^{\circ} \times 5.6^{\circ}$	9	1881–1989 povijesni CO ₂ 1990–2100 emisijski scenarij IS92a

$$\Delta y_m = \Delta s y_m \cdot \Delta T_G$$

Δy_m - klimatska promjena za neko odabrano mjesto

$\Delta s y_m$ - standardizirani scenarija, tj. standardizirane mjesečne promjene T , $SRAD$ i P

ΔT_G - promjene srednje globalne temperature zbog promjene u koncentraciji
stakleničkih plinova (CO_2)

Model **MAGICC (IPCC, 2007)**

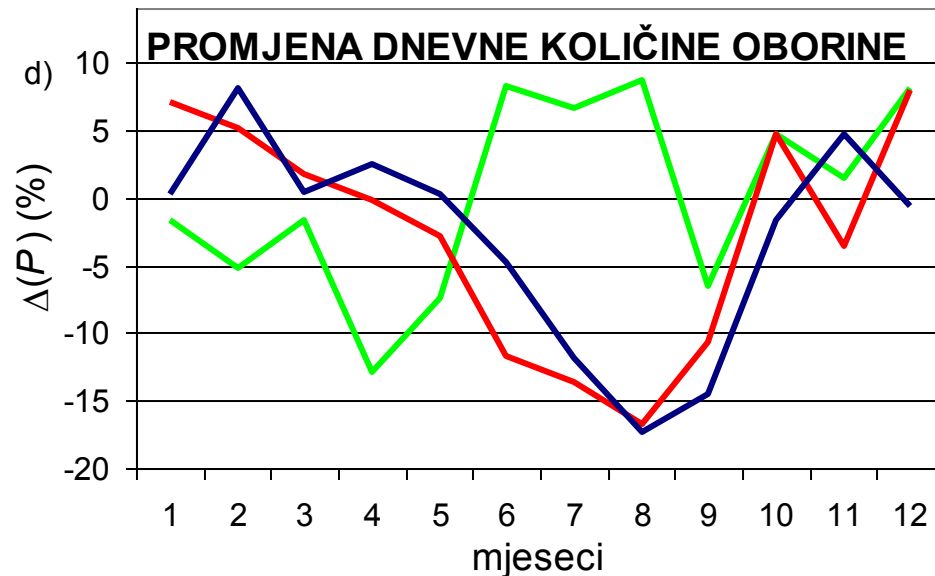
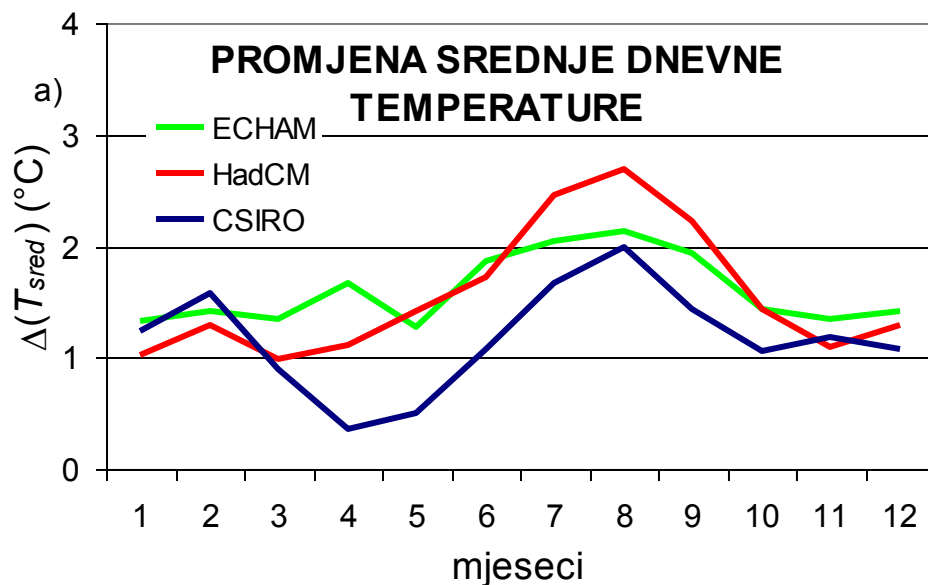
☐ srednji emisijski scenarij (SRES-B2+A1)

☐ umjerena klimatska osjetljivost ($\Delta T_G = 2.5^\circ C$)

ZAGREBAČKO PODRUČJE

Emisijski scenarij	Klimatska osjetljivost	2050. (god)	2100. (god)
SRES-B2+A1 (srednji CO_2)		501 ppm	687 ppm
	Umjerena	1.4°C	2.1°C

Standardizirani scenariji klimatskih promjena za Zagreb



Stohastički vremenski generator Met&Roll



a) Markovljev lanac prvog reda

$$\Pr(P(t) > 0) = \begin{cases} \pi_{01}(d(t)) & P(t-1) = 0 \\ \pi_{11}(d(t)) & P(t-1) > 0 \end{cases}$$

π_{01} i π_{11} – prijelazne vjerojatnosti
0 – bezoborinski dan
1 – oborinski dan
 P – količina oborine

b) Funkcija vjerojatnosti gama razdiobe

$$f(P) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} P^{\alpha-1} e^{-P/\beta} \quad P \geq 0$$

α – parametar oblika krivulje
 β – područje skale
 $\alpha \cdot \beta$ – očekivana dnevna količina oborine u oborinskom danu

c) Autoregresijski model prvog reda

$$\mathbf{x}^*(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}^*(t-1) + \mathbf{B}\varepsilon(t)$$

$$x_j^*(t) = \frac{x_j(t) - \mu_{ij}(d)}{\sigma_{ij}(d)}$$

$\mathbf{A}$ i $\mathbf{B}$ – matrice (3×3) autoregresijskog modela prvog reda za standardizirane vrijednosti $\mathbf{x}^*$ ($SRAD$, T_{maks} i T_{min})
 $\varepsilon(t)$ – bijeli šum

(Dubrovský, 1997; Dubrovský i dr., 2000, 2005)

Stohastički vremenski generator Met&Roll + scenariji klimatskih promjena



$$v'(t) = v(t) \circ \Delta_x(t)$$

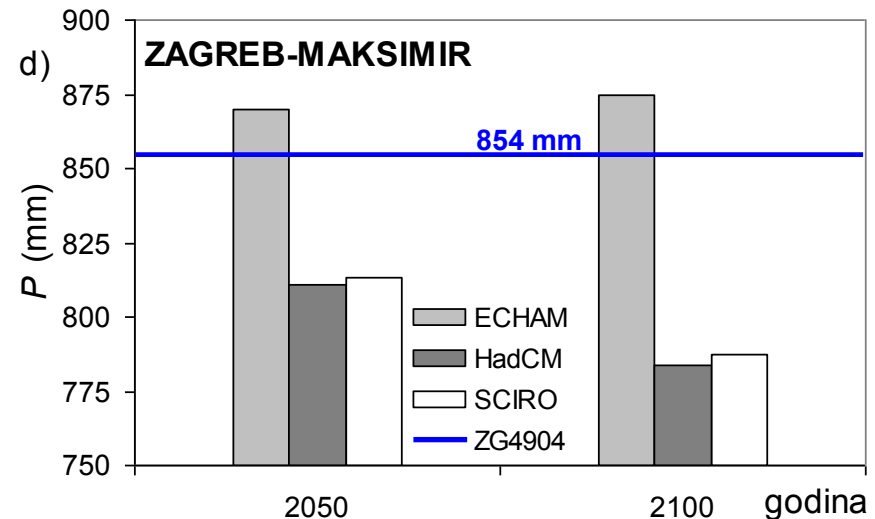
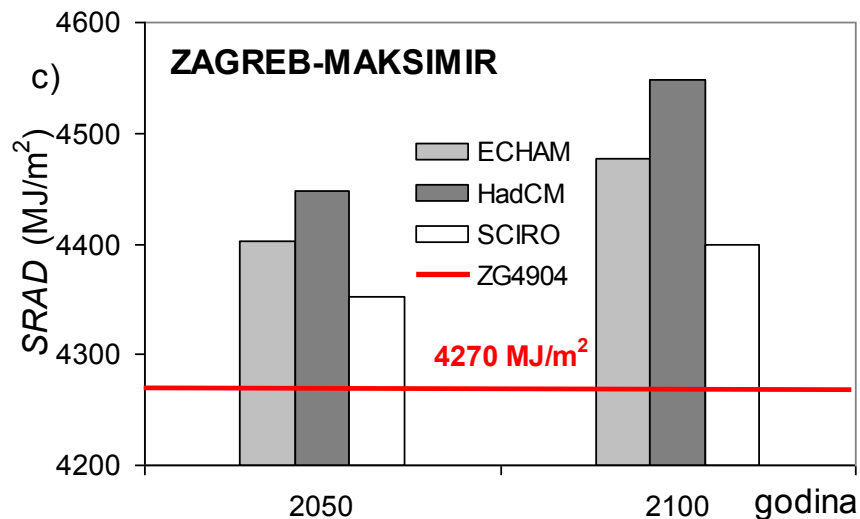
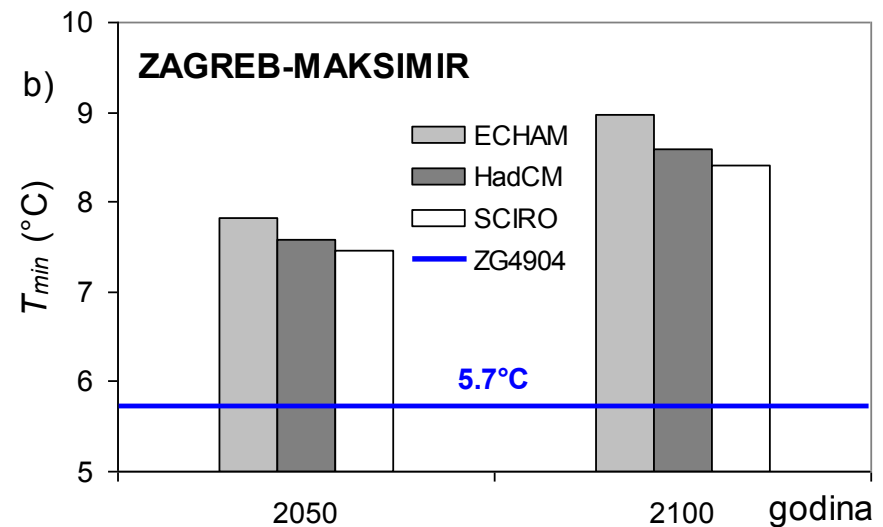
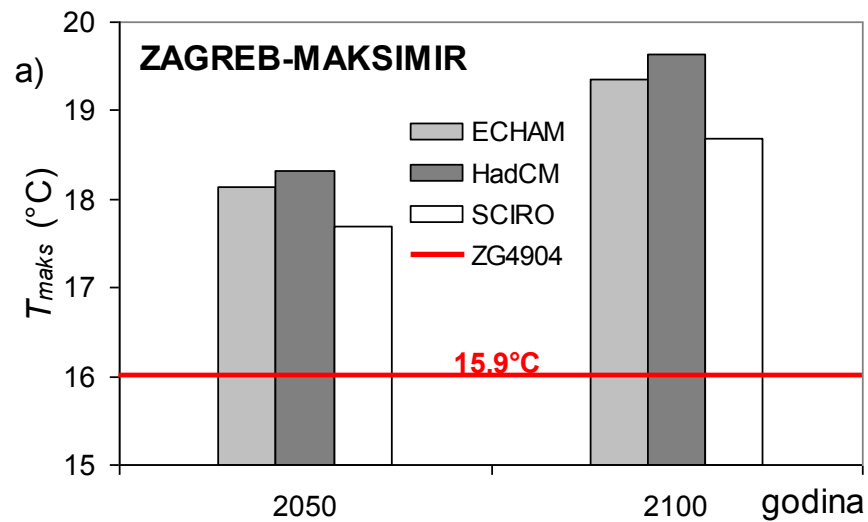
v i v' – sintetički generirani parametri meteoroloških podataka (T_{maks} , T_{min} , $SRAD$ i P) u sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima

$\Delta_x(t)$ – funkcija modifikacije

operator $\circ$ – računaska operacija zbrajanja ili množenja

- ❑ Temperatura se modificira zbrajanjem, a parametri oborine, $SRAD$ i standardna devijacija se modificiraju množenjem.
- ❑ Prednosti SWG Met&Roll što može generirati proizvoljno dugi vremenski niz sintetičkih dnevnih podataka, a nedostatak ako sintetički podaci u sadašnjoj klimi nisu dobro prilagođeni izmjeranim podacima.

Klimatske projekcije



Agrometeorološki model DSSAT

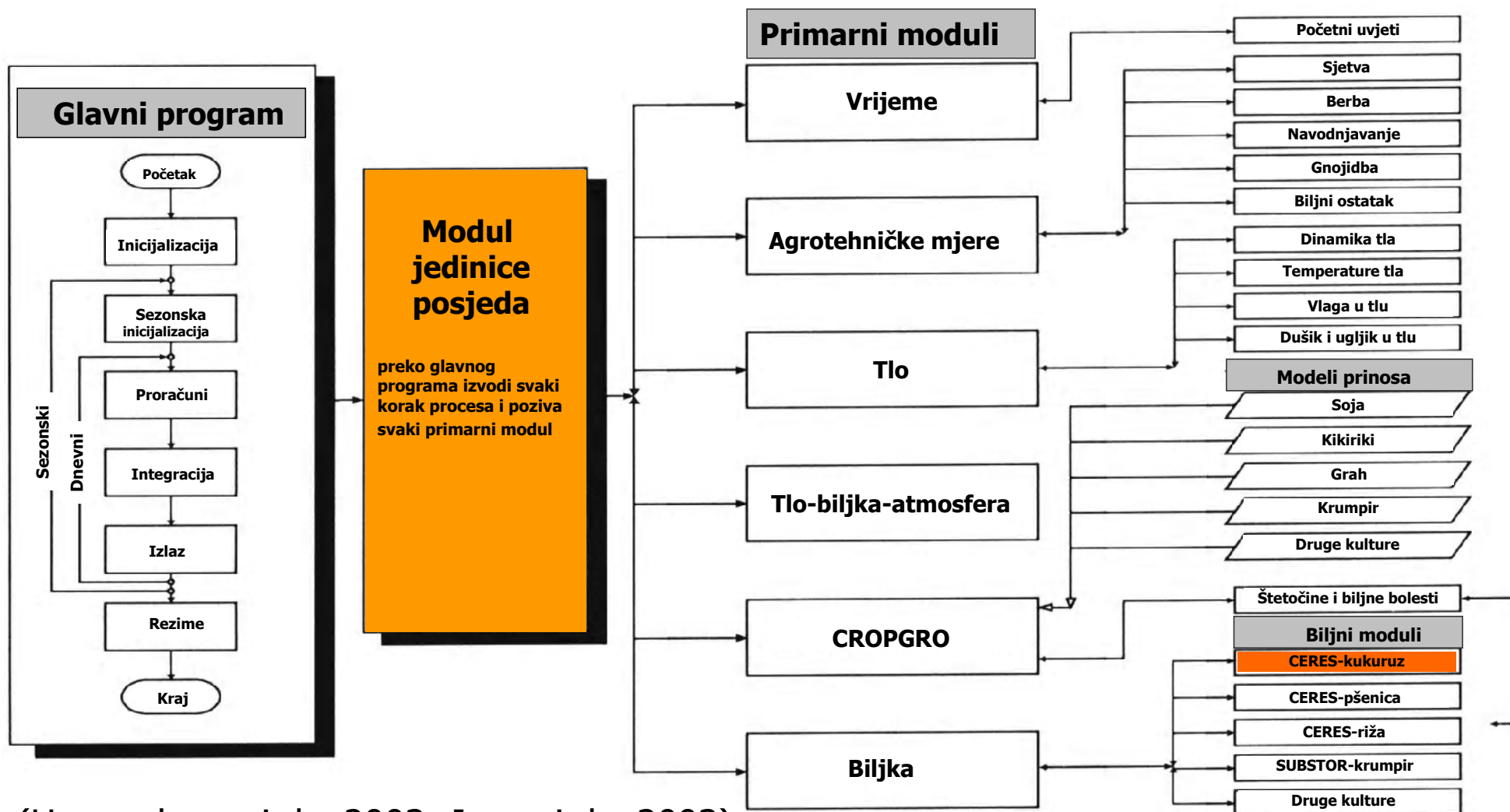
❑ Projekt *International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer* (IBSNAT/USA, 1982; Tsuji i Balas, 1993)

❑ Potprojekt *Decision Support System for Agrotechnology Transfer* → dinamičko-empirički model DSSAT v. 2.1, 3.0, 3.5, 4.0 (Hoogenboom, 2000), a danas v. 4.5 (28 kultura) i 4.6 (45 kultura)

❑ Model CERES (*Crop-Environment Resource Synthesis*) je najčešće primjenjivan simulacijski model za žitarice i kukuruz (Jones i Kiniry, 1986)

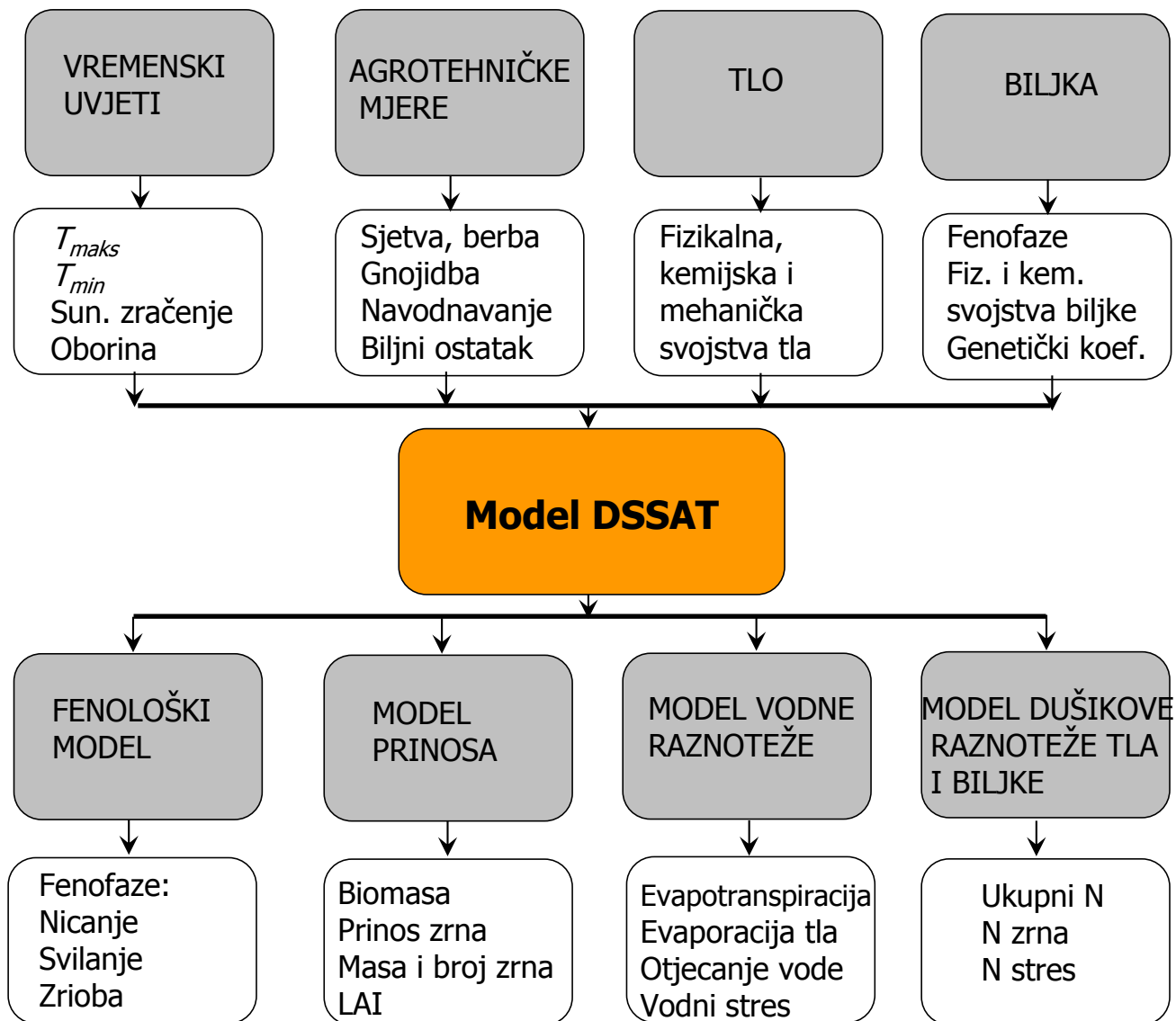


Agrometeorološki model DSSAT v. 4.0



(Hoogenboom i dr., 2003; Jones i dr., 2003)

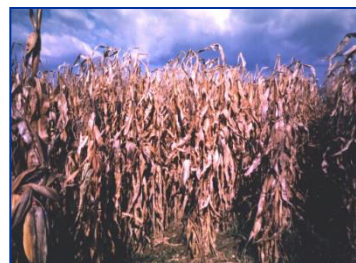
Agrometeorološki model DSSAT za kukuruz



Pokus na poljoprivrednom dobru

Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. svibnja – 16. listopada 1999.



Meteorološki opservatorij
Zagreb-Maksimir



Zagreb-Maksimir 1949–2004:

- dnevne maksimalne i minimalne temperature zraka
- dnevne količine oborine

Ukupno Sunčevo zračenje:

- 1949–1986. – Zagreb-Grič
- od 1987. – Zagreb-Horvatovac
- od 1965. – Puntijarka



Gnojidba

Jesenska gnojidba (25.11.1998.) 450 kg NPK pod brazdu (25–30 cm)
350 kg uree
Proljetna gnojidba (15. 4.1999.) 300 kg NPK
Prihranjivanje (25. 5.1999.) 100 kg KAN
ukupno 248 kg N/ha

Sjetva kukuruza hibrida PIO 3901

Zasijana površina: 8.5 × 20 m (12 redova)
Razmak među redovima: 70 cm
Razmak među biljkama: 19 cm
Gustoća sklopa: 80000 biljaka/ha
Dubina sjetve: 5 cm



Indeks lisne površine (LAI, m²/m²)

Indirektna metoda: listovi kukuruza su precrtani na milimetarski papir i prebrojeni kvadratići su lisna površina

$$LA = k \cdot a \cdot b$$

Analiza tla

Agronomski fakultet Zagreb, 15.4.1999.



Fizikalna svojstva tla iz pedološkog profila

Dubina cm	Sadržaj vode cm ³ /cm ³	Kapacitet tla cm ³ /cm ³	Maks. saturac. sadržaj cm ³ /cm ³	Kapacitet tla za zrak		Gustoća tla g/cm ³		Točka uvenuća cm ³ /cm ³
				cm ³ /cm ³	ocjena	volumna	prava	
0–5	0.264	0.364	0.498	0.134	dobar	1.31	2.61	0.099
5–15	0.273	0.352	0.445	0.093	osrednji	1.46	2.63	0.098
15–30	0.313	0.368	0.455	0.087	osrednji	1.44	2.64	0.102
30–50	0.321	0.366	0.417	0.051	mali	1.54	2.64	0.119
50–75	0.303	0.329	0.419	0.090	osrednji	1.48	2.55	0.108

Kemijska svojstva tla iz pedološkog profila

Dubina cm	pH H ₂ O	n-KCL	NO ₃ %	NH ₄ %	po metodi AL		Humus %	Ugljik %	
					P mg/100g	K mg/100g		ukupni	organski
0–5	6.09	4.53	88.35	81.45	11.28	15.0	1.72	1.080	0.960
5–15	6.38	4.71	88.35	88.79	9.44	11.8	1.47	0.860	0.820
15–30	6.29	4.68	86.78	86.78	10.12	11.8	1.41	0.821	0.800
30–50	6.57	4.90	85.36	86.96	4.95	10.2	1.12	0.655	0.630
50–75	6.76	5.20	92.92	92.78	3.44	8.9	1.12	0.654	0.630

Mehanički sastav tla iz pedološkog profila

Dubina cm	Skelet (%)						Testna oznaka	Skeletoidna
	>2.00	2–0.2	0.2– 0.05	0.05– 0.02	0.02– 0.002	<0.002		
0–5	3.3	6.4	8.2	32.3	35.2	17.9	PrI*	slabo
5–15	2.7	6.0	7.9	34.3	34.6	17.2	PrI*	slabo
15–30	2.5	5.4	7.6	33.0	35.9	18.1	PrI*	slabo
30–50	2.3	7.8	6.2	31.5	35.5	19.0	PrI*	slabo
50–75	40.2	31.6	4.4	21.4	24.0	18.6	I**	jako

Entričko smeđi tip tla – praškasta ilovača

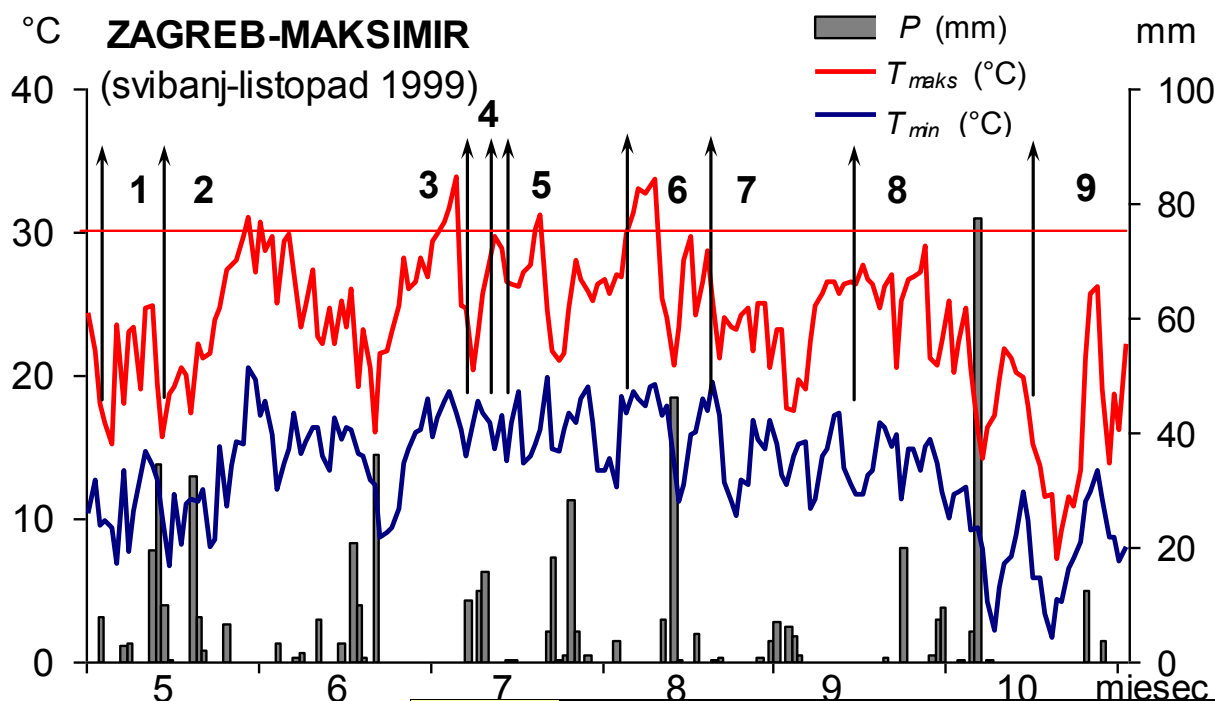


Analiza kukuruza

biljni organi	masa (g)		suha tvar (%)	% na bazi suhe tvari					mg/kg suhe tvari			
	vlažne tvari	suhe tvari		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Prva berba: 4-5 listova (19 biljaka) – 7.6.1999.												
list	315.5	49.2	15.59	2.08	0.85	2.76	1.71	0.65	248	30.0	96	10.2
stabljika	314.1	30.6	9.74	1.48	0.81	3.2	1.44	0.7	252	20.5	105	8.5
korijen	152.9	22.8	14.92	0.13	0.46	2.02	1.46	0.7	3500	25.5	190	26.4
Druga berba: svilanje (11 biljaka) – 19.7.1999.												
stabljika	2920.8	408.2	14.0	1.02	0.43	2.20	0.186	0.28	140	21.6	58.3	3.84
metlica	125.0	34.2	27.4									
list	753.4	204.9	27.2	1.50	0.46	1.52	0.36	0.29	230	18.4	79.3	7.60
rukavac	760.0	131.7	17.3									
klip	610.6	94.8	15.5	2.35	0.36	1.56	0.08	0.29	1070	24.8	36.0	4.32
korijen	517.5	137.3	26.5	0.90	0.21	2.20	0.16	0.30	3000	25.2	186.0	14.92
Treća berba: mliječna zrioba (11 biljaka) – 5.8.1999.												
stabljika	3270.0	709.9	21.7	0.73	0.21	1.66	0.20	0.31	142	14.8	24.6	2.00
metlica	125.0	30.4	24.3									
list	1060.0	298.1	28.1	1.29	0.25	2.00	0.44	0.30	250	17.6	94.6	6.64
rukavac	760.0	149.5	19.7									
oklasak	1130.0	204.2	18.1	1.15	0.30	1.04	0.10	0.09	450	44.0	24	5.56
komuš.	1375.0	256.7	18.7									
zrno	995.0	247.0	24.8	1.84	0.57	0.85	0.02	0.12	46	36.0	7.5	1.92
korijen	1110.0	263.6	23.7	0.51	0.14	2.64	0.18	0.30	2980	17.2	128	9.92
Završna berba (71 biljka) – 16.10.1999.												
stabljika	14300.0	11280.0	78.9	0.63	0.33	0.83	0.00	0.15	414	19.04	47.2	0.80
metlica	80.0	73.29	91.6									
list	1000.0	910.00	91.0	0.63	0.21	0.35	0.65	0.15	242	13.84	64.8	2.40
rukavac	1500.0	1362.00	90.8									
oklasak	2195.0	1991.97	90.8	0.68	0.18	1.12	0.11	0.1	59	13.92	16.5	1.80
komuš.	1750.0	1557.50	89.0									
zrno	13551.0	12100.0	89.3	1.30	0.56	0.33	0.02	0.15	37	18.88	6.0	0.80
korijen*	530.0	471.7	89.0	0.60	0.30	0.78	0.50	0.19	4006	33.04	373.2	10.80



Vremenski uvjeti za vrijeme pokusa



1. 3.5. – sjetva
2. 15.5. – nicanje
3. 9.7. – kraj vegetativne faze
4. 12.7. – metličanje
5. 15.7. – svilanje
6. 5.8. – mliječno zrenje
7. 20.8. – voštano zrenje
8. 15.9. – fiziološko (puno) zrenje
9. 16.10. – berba

Mj.	Zagreb-M 1999.		Razlike ZGM1999-RR		Idealni uvjeti		Razlike ZGM1999-IU	
	T_{sred} (°C)	P (mm)	T_{sred} (°C)	P (mm)	T_{sred} (°C)	P (mm)	T_{sred} (°C)	P (mm)
5	16.7	128.4	1.4	49.7	18.3	87.5	-1.6	40.9
6	19.7	85.2	1.2	-14.9	21.7	87.5	-2.0	-2.3
7	21.5	100.9	1.4	17.5	22.8	112.5	-1.3	-11.6
8	20.7	75.7	1.4	-18.9	22.8	112.5	-2.1	-36.8
SRED	19.7	390.2	1.9	-45.9	21.4	400.0	-1.8	-9.8

Agrometeorološki model DSSAT za kukuruz

umjeravanje (kalibracija)

□ Umjeravanje (kalibracija) modela DSSAT u našim uvjetima se sastoji u određivanju pet genetičkih koeficijenata koji ovise o fenološkim fazama i prinosu:

P1 - temperaturna suma za $t_p = 8^{\circ}\text{C}$ od nicanja do kraja vegetativne faze

P2 - fotoperiodički osjetilni koeficijent

P5 - temperaturna suma za $t_p = 8^{\circ}\text{C}$ od svilanja do fiziološke zrelosti

G2 - maksimalni broj zrna po biljci

G3 - mogući omjer rasta zrna (mg/dan zrnjenja)



Agrometeorološki model DSSAT za kukuruz

vrednovanje (validacija)

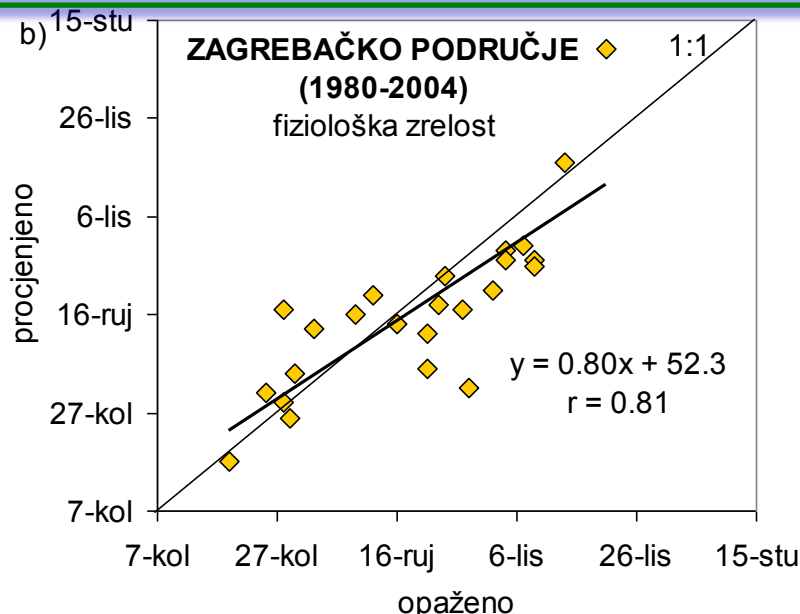
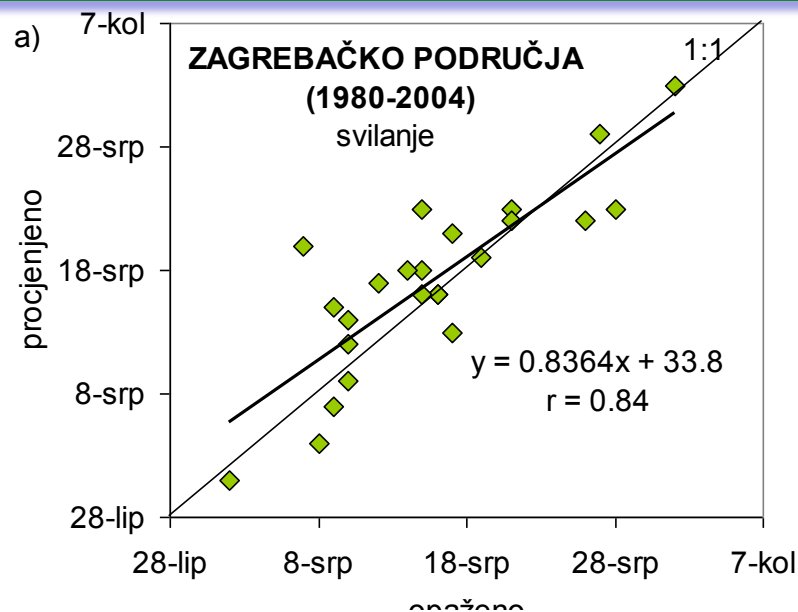
Pokus na poljoprivrednom dobru Agronomskog fakulteta u Zagrebu 1999.

Opis	Motren (Mo)	Procijenjen (Pro)	Pro/Mo (%)
Sjetva 3. svibnja 1999 – berba 16. listopada 1999.			Ocjena
Svilanje (dani u godini)	196	197	1.0 (1.0)
Fiziološko zrenje (dani u godini)	258	254	-1.6 (0.8)
Prinos zrna (kg/ha)	13095	11847	-9.5 (0.9)
Masa zrna (g)	0.347	0.483	39.2
Maksimalni LAI (m^2/m^2)	4.8	4.6	-3.5
Nadzemna biljna masa (kg/ha)	22389	21823	-2.5 (1.0)
Indeks berbe (%)	0.58	0.54	-6.9
Dušik (N) u zrnu (kg/ha)	138	180	30.4
Ukupni dušik (N) u biljci (kg/ha)	177	202	14.1

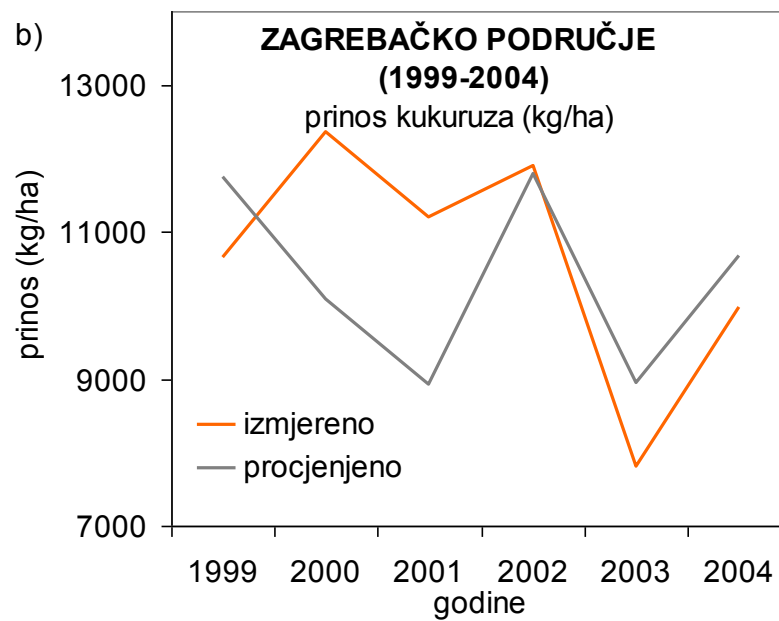
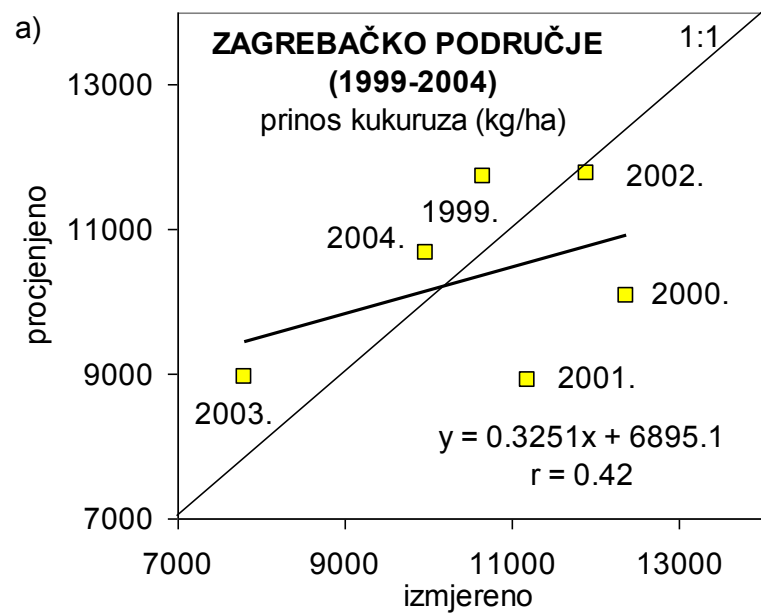
Ocjena pomoću kumulativne pogreške između procijenjenih i motrenih vrijednosti (Hunkár, 1994)

Agrometeorološki model DSSAT za kukuruz

vrednovanje (validacija)

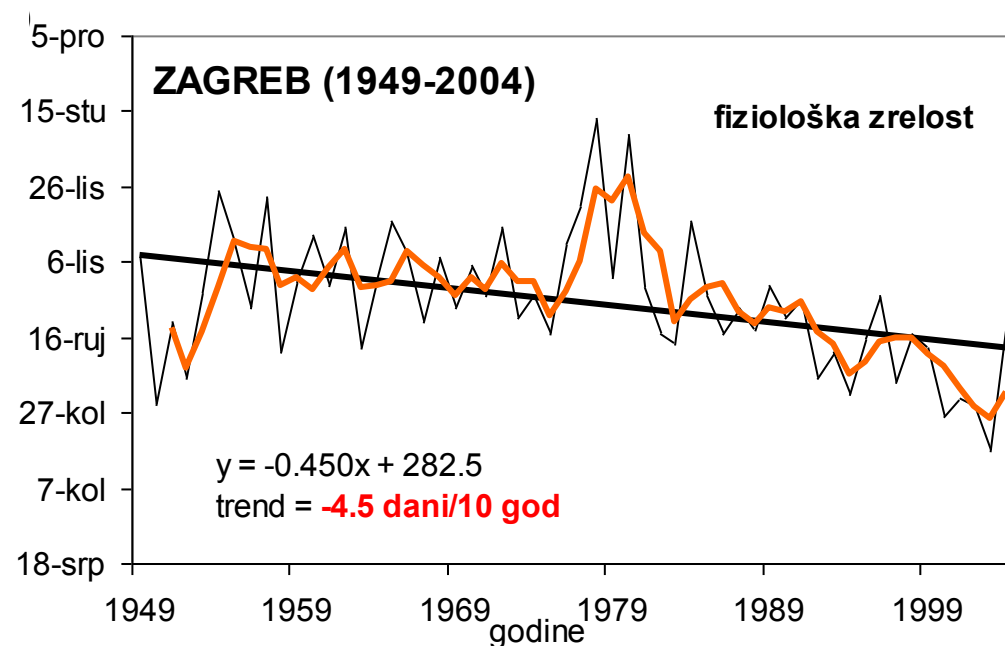
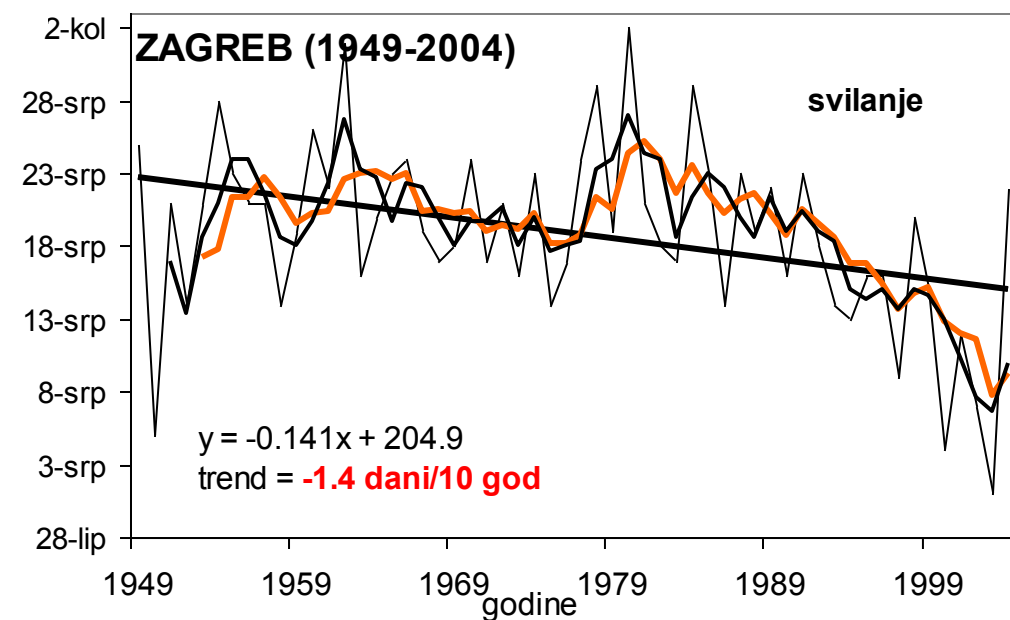


Božjakovina
(1980-2004)



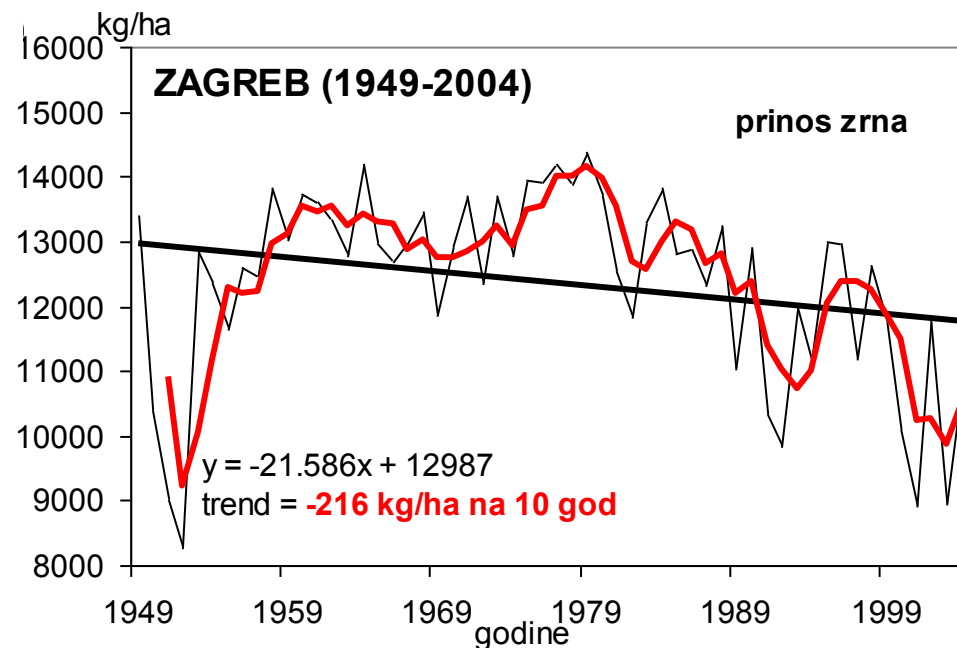
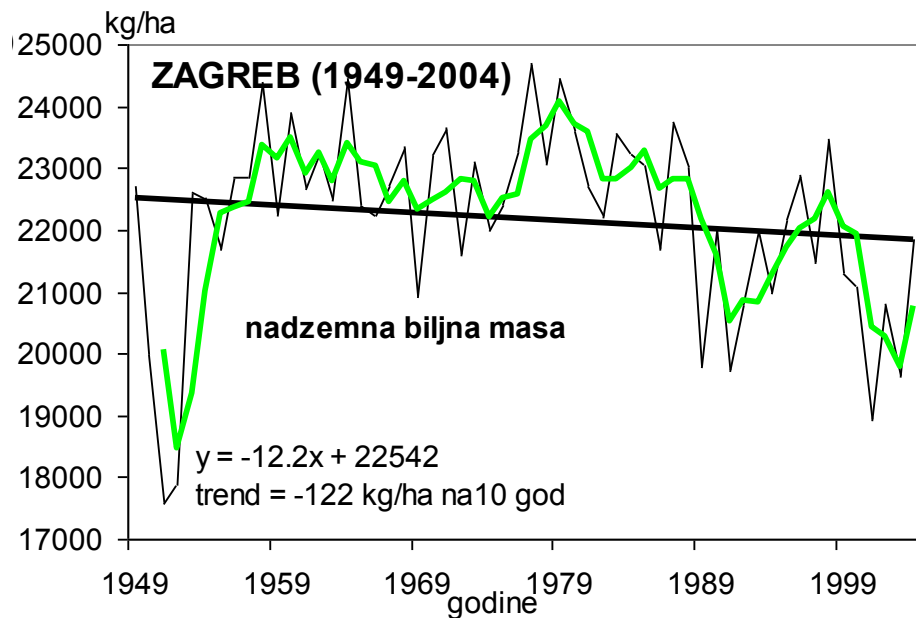
Dubrovčak
Lijevi
(1999-2004)
Pioneer:
STIRA
PR38A24

Linearni trendovi u sadašnjoj klimi



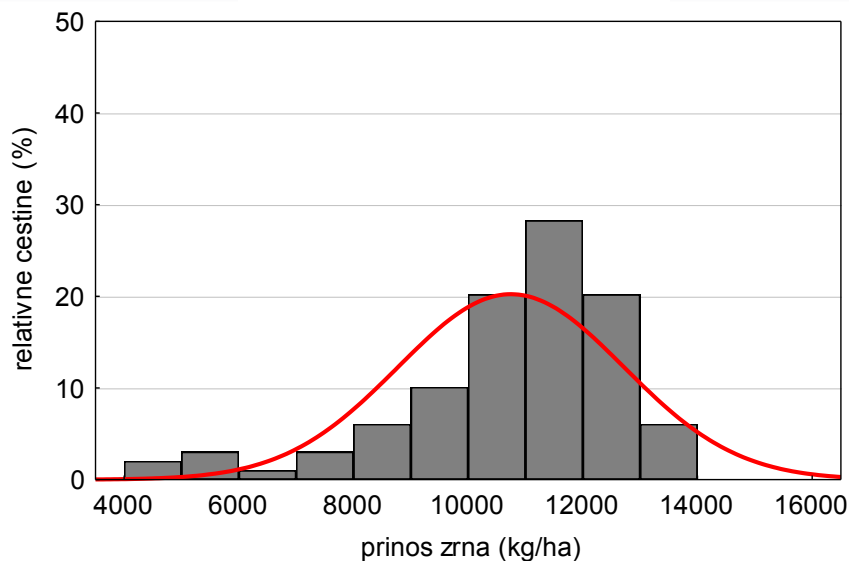
Uz pretpostavku jednakih početnih uvjeta za tlo, biljku i agrotehničke mjere kao u poljskom pokusu kukuruza 1999. godine, a mijenjajući meteorološke podatke od godine do godine, simulirane su komponente kukuruza pomoću modela DSSAT u razdoblju 1949–2004.

Linearni trendovi u sadašnjoj klimi

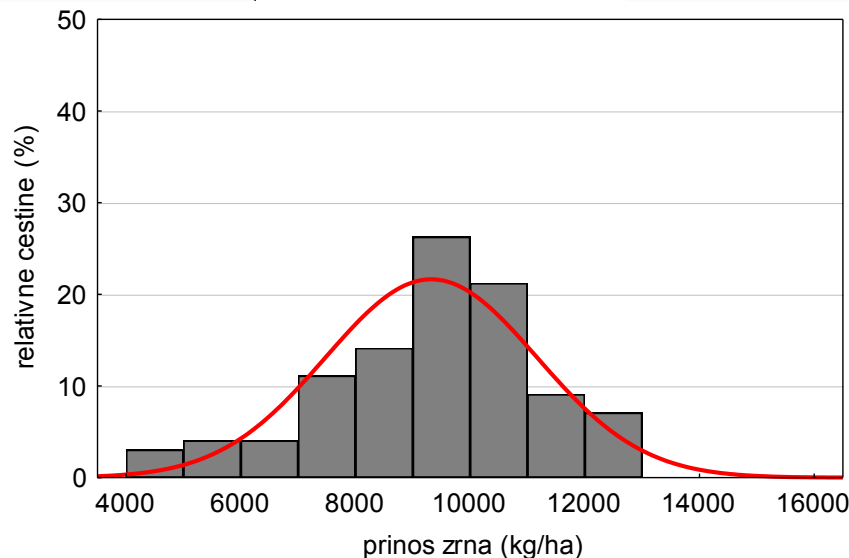


Procjena prinosa kukuruza u budućoj klimi

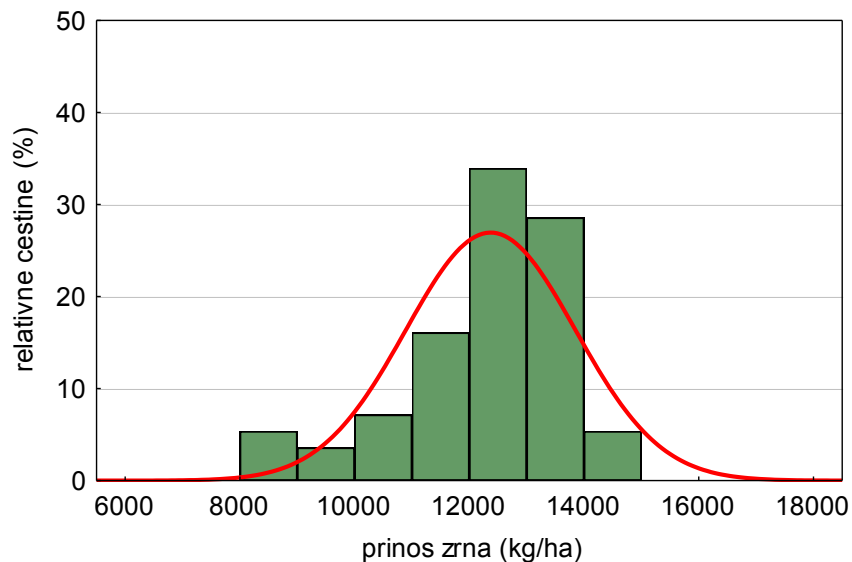
HadCM 2050.



HadCM 2100.



ZAGREB 1949-2004.



Najčešći prinos kukuruza:

(1949-2004) – 12-14 t/ha

2050 – 10-13 t/ha

2100 – 9-12 t/ha

Procjena komponenti kukuruza u budućoj klimi

Klimat. scenariji	Svilanje (dani)	Fiziološ. zrenje (dani)	Masa zrna (g)	Broj zrna po klipu	Maks. <i>LAI</i> (m ² /m ²)	Nadze. biljna masa (kg/ha)	Prinos zrna (kg/ha)	Indeks berbe
2050.								

Gospodarski gubitak

55 mil. USD

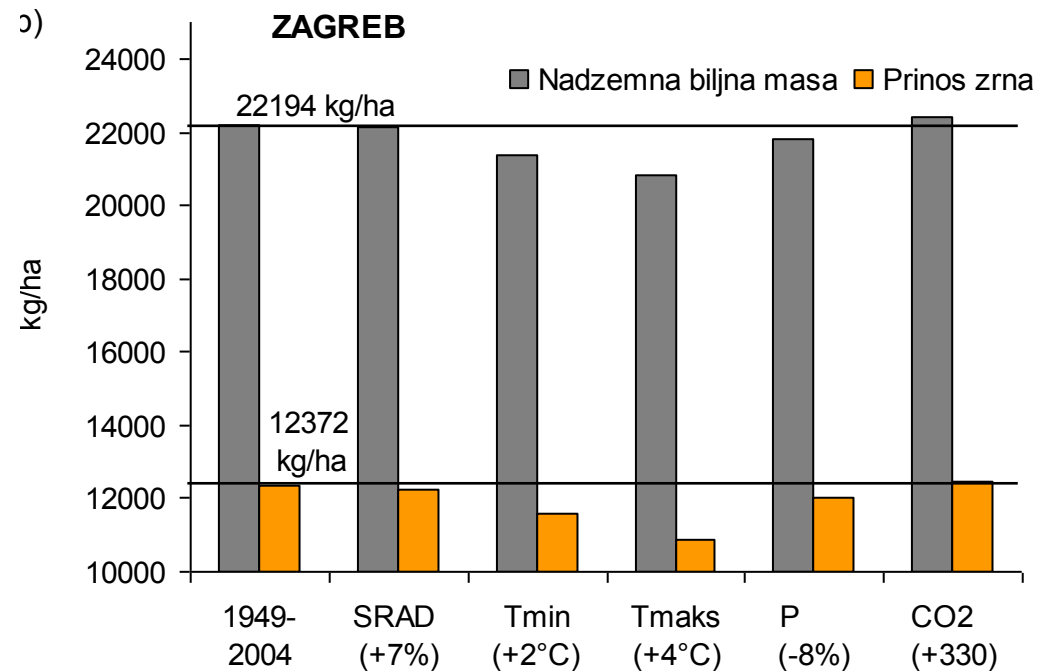
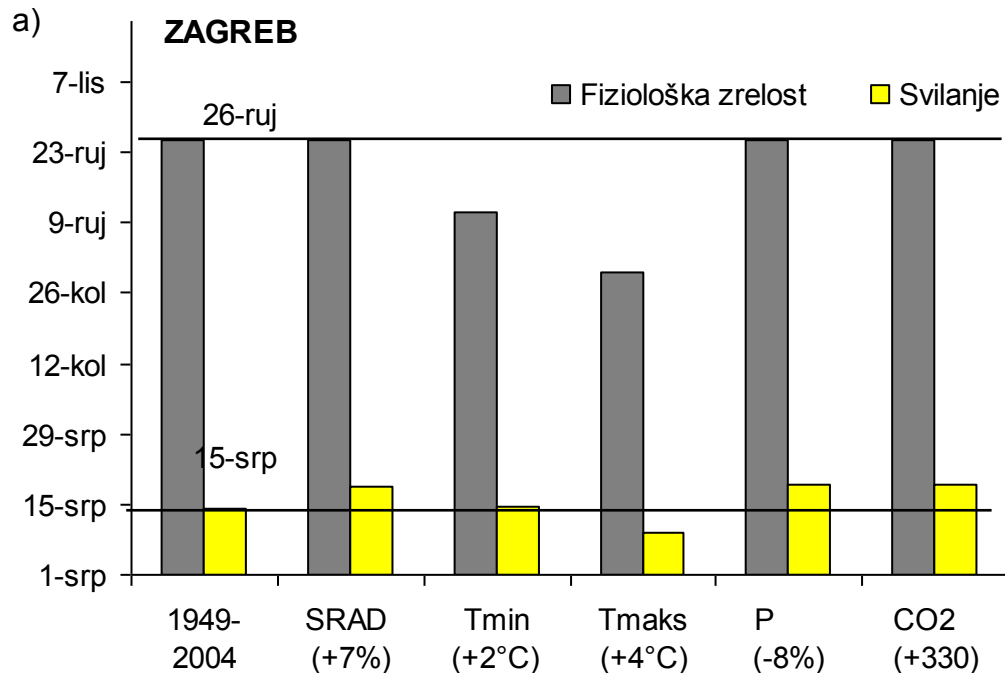
do kraja 21. stoljeća

%			-26.7	8.6	4.3	-14.1	-24.7	-11.1
CSIRO	-10	-34				-2540	-2687	
%			-24.9	4.8	1.5	-11.4	-21.7	-10.4

Procjena komponenti dušične i vodne ravnoteže u budućoj klimi

Klimat. scenar.	N (kg/ha)	N u zrnu (kg/ha)	ET (mm)	EP (mm)	EP iz tla (mm)	RO (mm)
2050.						
ECHAM %	-1.2	-5.0	21.8	12.8	31.4	-10.7
HadCM %	-4.5	-13.7	17.5	4.5	31.4	-32.3
CSIRO %	-3.5	-10.6	18.0	7.2	29.6	-31.4
2100.						
ECHAM %	-3.3	-9.7	22.9	11.5	35.0	-8.3
HadCM %	-9.8	-25.4	14.8	-2.0	32.6	-39.4
CSIRO %	-7.9	-19.1	16.3	1.8	31.8	-37.6

Osjetljivost komponenti kukuruza u budućoj klimi



Zaključak 2

- ❖ Glavni zaključak je da bi Hrvatska u budućnosti mogla pripadati području sa smanjenim prinosom kukuruza.
- ❖ Signifikantno skraćivanje vegetacijskog razdoblja kukuruza za oko 5 dana/10 god je započelo polovicom 1990-tih. Signifikantno smanjenje prinosa kukuruza (216 dana/ha na 10 god) opaženo početkom 21. st.
- ❖ Do kraja stoljeća moguća je ranija berba kukuruza i do mjesec i pol dana uz pad prinosa zrna do 25% u odnosu na sadašnje klimatske uvjete. Slične rezultate su pokazala slovenska istraživanja: kraća vegetacija do mjesec dana i smanjenje prinosa do 33% do kraja stoljeća (Ceglar, 2011).

Zaključak 2

- ❖ Skraćivanju vegetacijskog razdoblja i smanjenju prinosa kukuruza najviše doprinosi porast minimalne i maksimalne temperature zraka.
- ❖ Uz pomicanje datuma sjetve kao jedne od mogućih mjera prilagodbe na klimatske promjene nužno je sijati i hibride s duljim vegetacijskim razdobljem i otpornije na sušu.

Planovi i potrebe

- ❖ Modeliranje prinosa kukuruza u drugim dijelovima Hrvatske u budućim klimatskim uvjetima primjenom regionalnih klimatskih modela
- ❖ Modeliranje prinosa glavnih poljoprivrednih kultura u budućim klimatskim uvjetima primjenom regionalnih klimatskih modela
- ❖ Dugoročna prognoza (mjesečna i sezonska) nastupa fenoloških faza, razvoja biljne mase i prinosa glavnih poljoprivrednih kultura kao i za potrebe navodnjavanja



Potrebe agrometeorološkog modeliranja



- ❖ Kronični nedostatak ljudskih resursa za potrebe agrometeorologije koči ostvarivanje ovih planova stoga je nužno zapošljavanje mladih stručnjaka i njihovo usavršavanje
- ❖ Modernizacija meteoroloških i agrometeoroloških mjerenja
- ❖ Primjena satelitskih podataka za potrebe agrometeorologije
- ❖ Veća povezanost DHMZ, fakulteta, MP i Savjetodavne službe
- ❖ Izrada nacionalne baze podataka usjeva i tla
- ❖ Primjena najnovijih agrometeoroloških modela
- ❖ Primjena GIS-a za izradu karata s konačnim rezultatima
- ❖ Uključivanje agronomskih stručnjaka u agrometeorološko modeliranje

Potrebe prema korisnicima

- ❖ Održavanje agrometeoroloških seminara i radionica za poljoprivrednike, agronome, učenike i studente meteorološke i agronomske struke, novinare i donositelje političkih odluka



Potrebe prema korisnicima

- ❖ Održavanje agrometeoroloških seminara i radionica za poljoprivrednike, agronome, učenike i studente meteorološke i agronomske struke, novinare i donositelje političkih odluka
- ❖ Upoznati korisnike s klimatskim promjenama i njenim utjecajem na poljoprivredu
- ❖ Upoznati poljoprivrednike i agronome s agrometeorološkim mjerenjima u nasadima
- ❖ Upoznati poljoprivrednike i agronome s agrometeorološkim informacijama koje su im na raspolaganju i poboljšati dostupnost agrometeorološke prognoze (mobilna aplikacija)

A close-up photograph of two ears of corn on the cob, charred with black spots, resting on a metal grill. The grill is positioned over a bed of white charcoal briquettes. The scene is brightly lit, casting shadows on the grill and charcoal.

U životu sve treba sazreti
da bi se moglo ubrati.

V. Vučetić

HVALA NA POZORNOSTI