



# Rezultati opaženih klimatskih promjena i projekcije klime na tri pilot područja

K. Cindrić Kalin, I. Güttler, M. Perčec Tadić, L. Srnec, K. Pandžić  
Državni hidrometeorološki zavod

Završna konferencija projekta UKV, Varaždin, 23. siječnja 2023.



# Sadržaj

## 1. Analiza sadašnje klime

- 1.1. Opće klimatske karakteristike
- 1.2. Klimatske anomalije i trend
- 1.3. Analiza gridova

## 2. Klimatsko modeliranje

- 2.1. Simulacije regionalnim klimatskim modelima
- 2.2. Simulacije povijesne klime i statističko uklanjanje sustavnih pogrešaka
- 2.3. Simulacije buduće klime i utjecaj statističke obrade na signal klimatskih promjena
- 2.4. Definiranje podskupa regionalnih klimatskih simulacija za potrebe hidroloških analiza



---

# 1. Analiza sadašnje klime

1.1 Opće klimatske karakteristike

1.2 Klimatske anomalije i trend

1.3 Analiza gridova

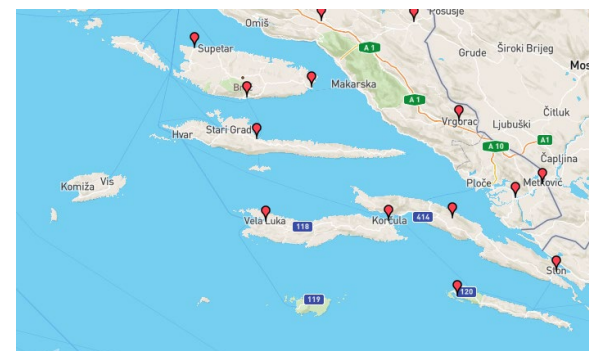
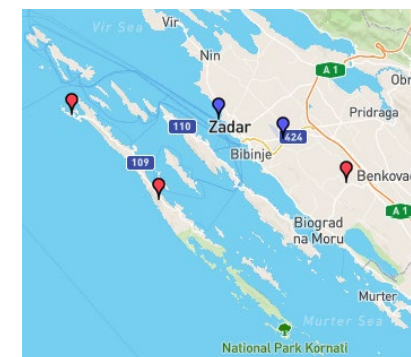
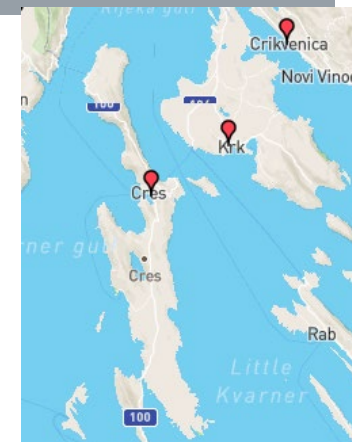
## Podaci

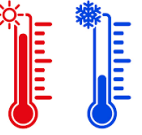
DHMZ meteorološke postaje **Cres, Zadar, Vela Luka**

- mjesečna temperatura zraka i količina oborine, 1981. – 2010.

- trendovi iz razdoblja 1951. - 2019.

- klasifikacija klime (Köppen)
- godišnji hodovi i međugodišnja varijabilnost
- Standardizirani oborinski indeks (SPI)
- Standardizirani oborinski evapotranspiracijski indeks (SPEI)

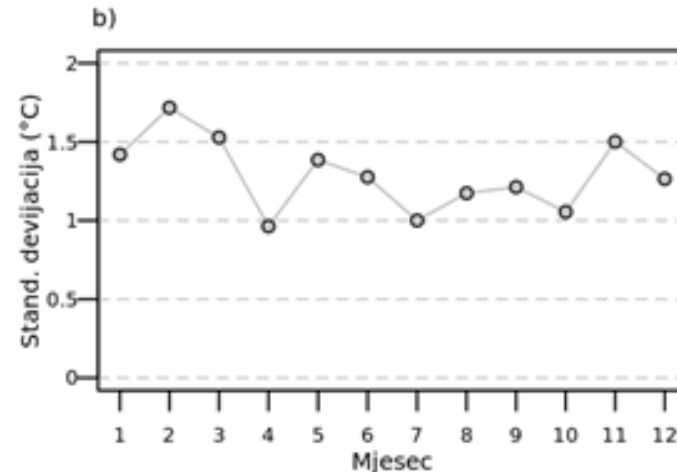
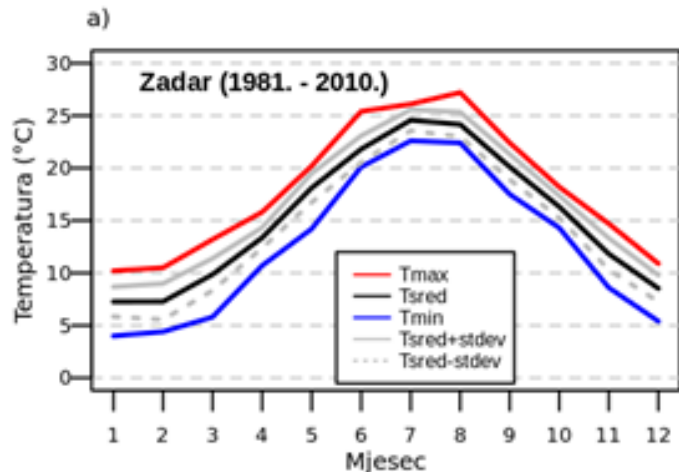




# 1.1 Opće klimatske karakteristike

- umjereno topla kišna klima (*Csa*)
- najhladniji mjesec  $-3^{\circ}\text{C} < T_{\text{sred}} < 18^{\circ}\text{C}$
- najsuši mjesec IV - IX  
 $< 40 \text{ mm}$  (3x manja od najkišovitijeg)
- vruća ljeta  $T_{\text{sred}} > 22^{\circ}\text{C}$
- jesen toplija od proljeća

		Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Godina
Cres	Sred	6.7	13.4	23.4	15.3	14.7
	Std	1.1	1.0	1.0	0.8	0.5
Zadar	Sred	7.7	13.8	23.5	16.1	15.3
	Std	1.0	0.9	0.9	0.8	0.6
V. Luka	Sred	7.8	14.3	24.2	16.3	15.6
	Std	0.9	0.8	0.9	0.8	0.5



Tgod u odnosu na 1961. – 1990.  
 +0.4 °C, +0.6 °C, +0.2 °C



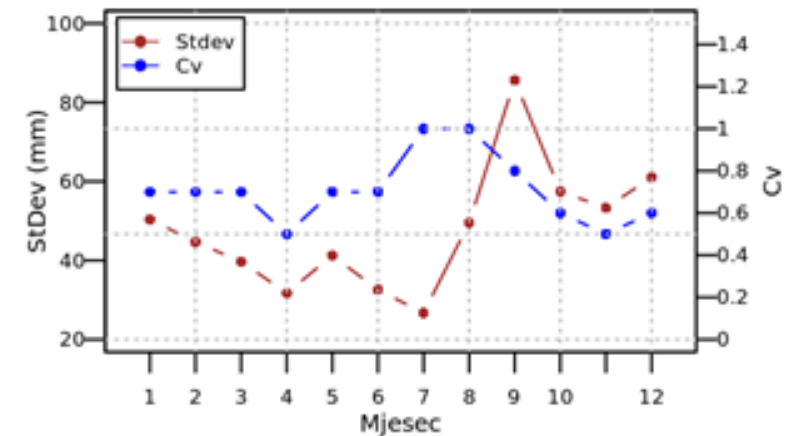
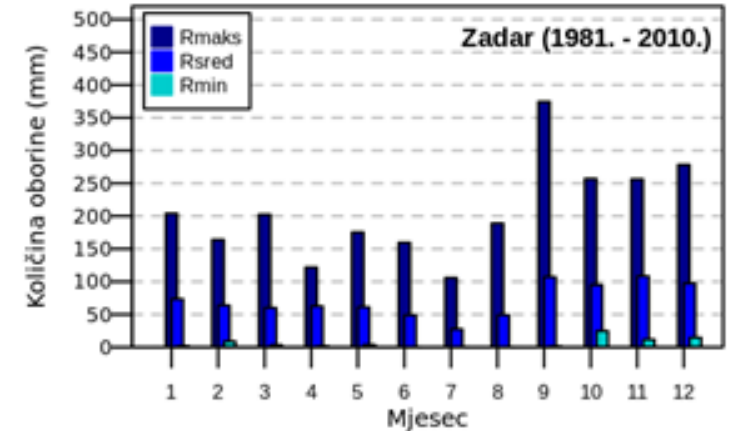


- godišnji hod oborine – maritimni tip
- 64% - 66% oborine u hladnom dijelu godine
- max u **XI**, min u **VII**
- varijabilnost najveća ljeti (50-70%), godišnje stabilnije (20%)

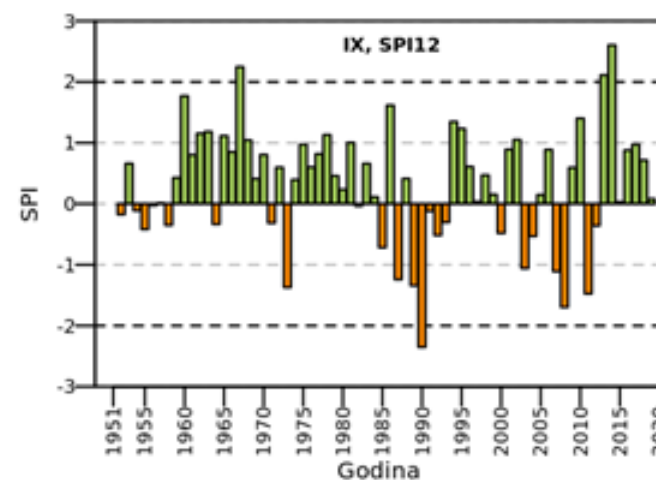
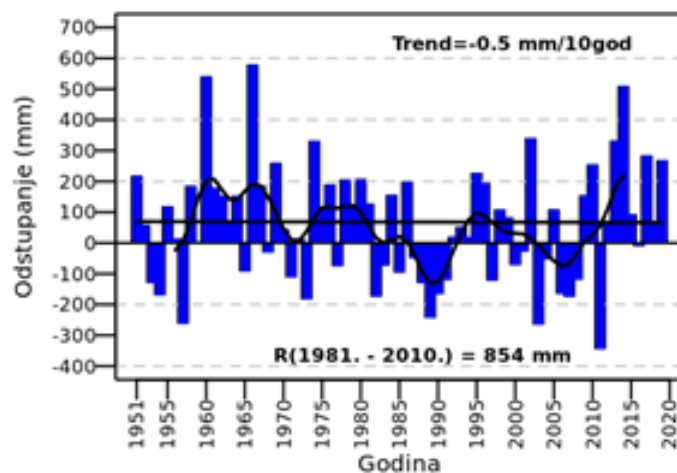
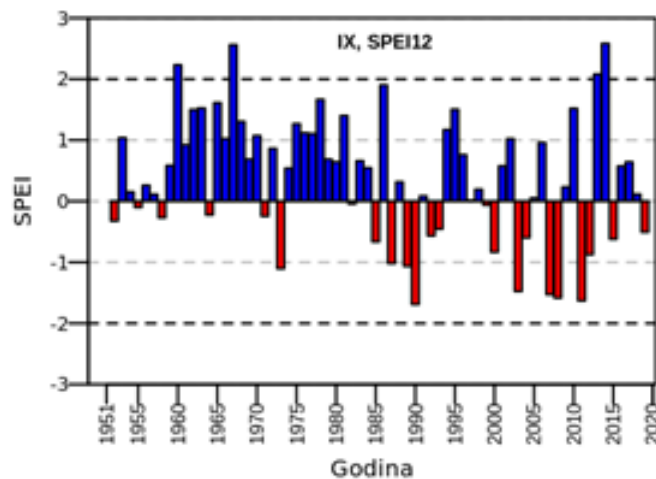
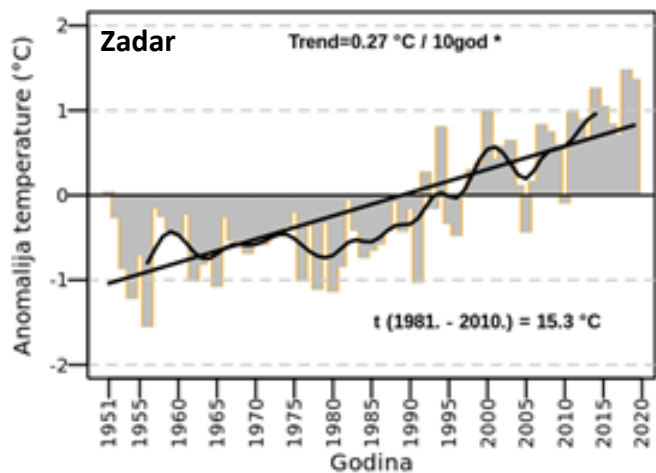
		Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Godina
<b>Cres</b>	Sred	298.4	224.8	174.6	399.7	1099.5
	Cv	0.5	0.2	0.5	0.4	0.18
<b>Zadar</b>	Sred	233.5	183.8	125.3	310.3	854.0
	Cv	0.40	0.30	0.50	0.40	0.19
<b>V. Luka</b>	Sred	249.9	173.5	89.8	260.2	771.7
	Cv	0.5	0.4	0.7	0.3	0.2

Rgod u odnosu na 1961. – 1990.

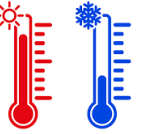
+45.9 mm, - 62.3 mm, -88.3 mm



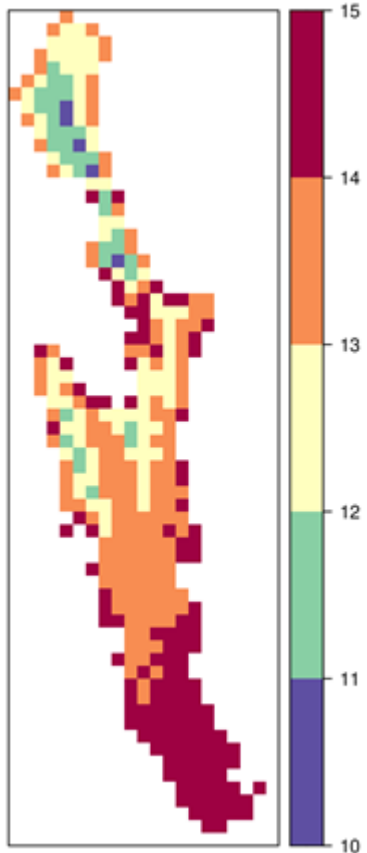
## 1.2. Klimatske anomalije i trendovi, 1951. – 2019.



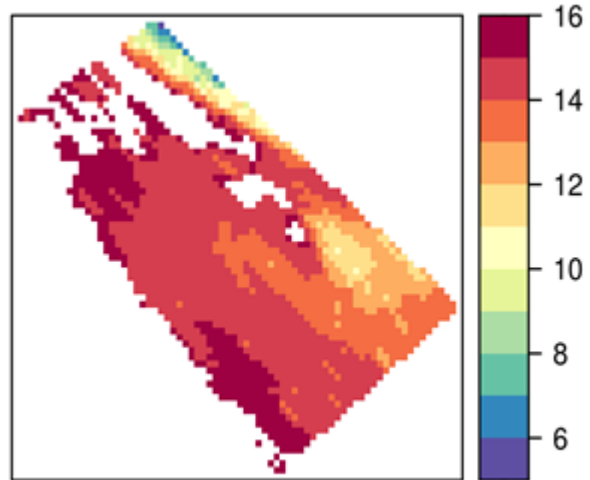
	Trend/ 10 god	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Godina
Cres	t (°C)	0.07	<b>0.19</b>	<b>0.26</b>	0.09	<b>0.17</b>
	R (mm)	-3.5	-3.5	-9.1	13.1	10.1
	R (%)	-1.2	-2.0	-3.0	3.3	0.9
Zadar	t (°C)	<b>0.22</b>	<b>0.27</b>	<b>0.34</b>	<b>0.22</b>	<b>0.27</b>
	R (mm)	-7.2	-7.2	<b>-8.1</b>	2.4	-0.5
	R (%)	-3.1	-5.8	<b>-3.5</b>	0.8	-0.1
V. Luka	t (°C)	<b>-0.13</b>	<b>0.12</b>	<b>0.24</b>	-0.02	0.06
	R (mm)	<b>-15.9</b>	-0.7	-2.0	-2.4	<b>-25.5</b>
	R (%)	<b>-6.4</b>	-0.7	-0.8	-0.9	<b>-3.3</b>



## 1.3 Analiza gridova - temperatura

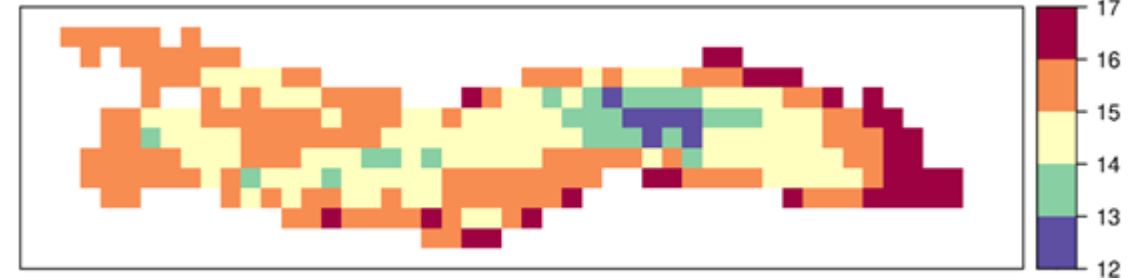


Površina Cresa = 407 km<sup>2</sup>  
17 m < n.v. < 589 m  
33% n.v. < 100 m  
32% 100 – 200 m  
35% > 200 m



Površina sliva Bokanjac-Poličnik = 1935 km<sup>2</sup>  
27 m < n.v. < 674 m (Orljak) - 1264 m (južni Velebit)  
42% n.v. < 100 m  
27% 100 – 200 m  
31% > 200 m  
DEM 1000m

**Tsred: 13.4 °C, 14 °C i 15 °C**  
*Postaje : 14.7 °C, 15.3 °C i 15.6 °C*



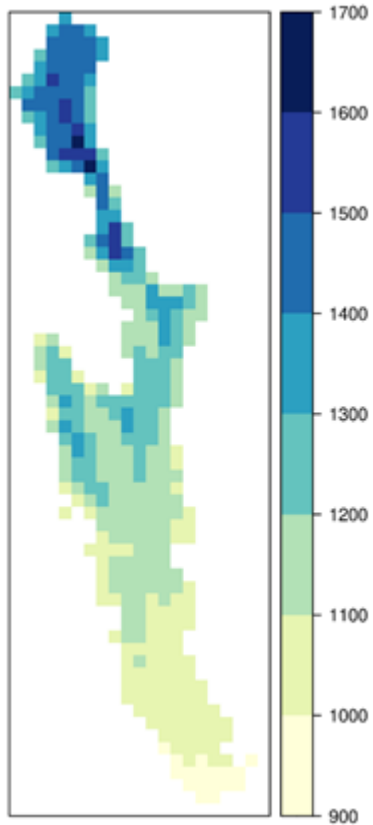
površina Korčule = 282 km<sup>2</sup>  
15 m < n.v. < 533 m  
38% n.v. < 100 m, 28% 100 – 200 m, 34% > 200 m

Podaci s jedne postaje nisu reprezentativni  
za cijelo područje

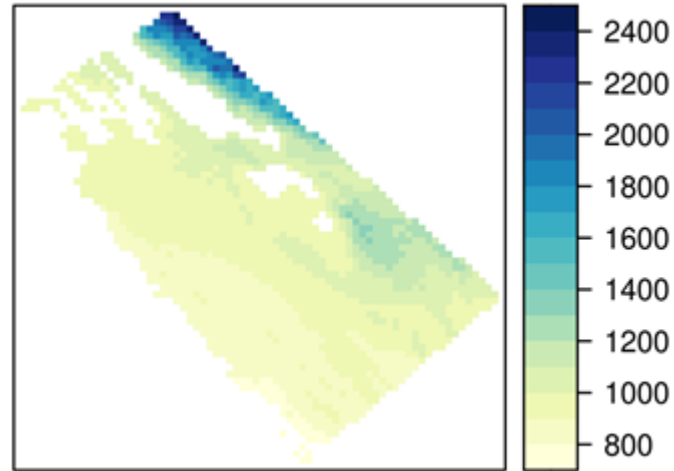
Vrijednost gridova u procjeni klimatskih  
osobitosti gdje nema mjerenja!



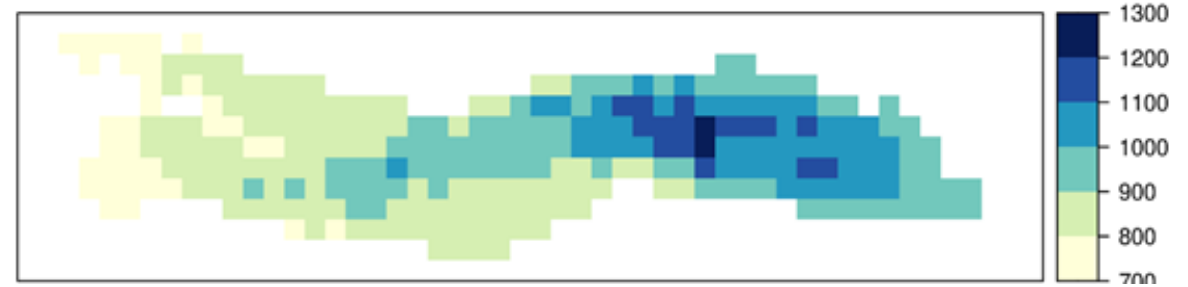
### 3. Analiza gridova - oborina



Rsred=1193.0 mm  
Raspon: 980 mm do 1666 mm  
Postaja: Rsred = 1099.5 mm



Južno priobalje: 776 mm  
Orljak: 1300 mm  
Južni Velebit: > 2000 mm  
Postaja: Rsred = 854 mm



Rsred = 919 mm  
Raspon: 745 mm do 1207 mm  
Postaja: Rsred = 771 mm

Razlike mjerenja i vrijednosti iz gridova na lokacijama postaja ne prelaze raspon od 4.1 mm do 5.8 mm što ukazuje na kvalitetu procjene regresijskim krigingom

---

## 2. Klimatsko modeliranje

2.1 Simulacije regionalnim klimatskim modelima

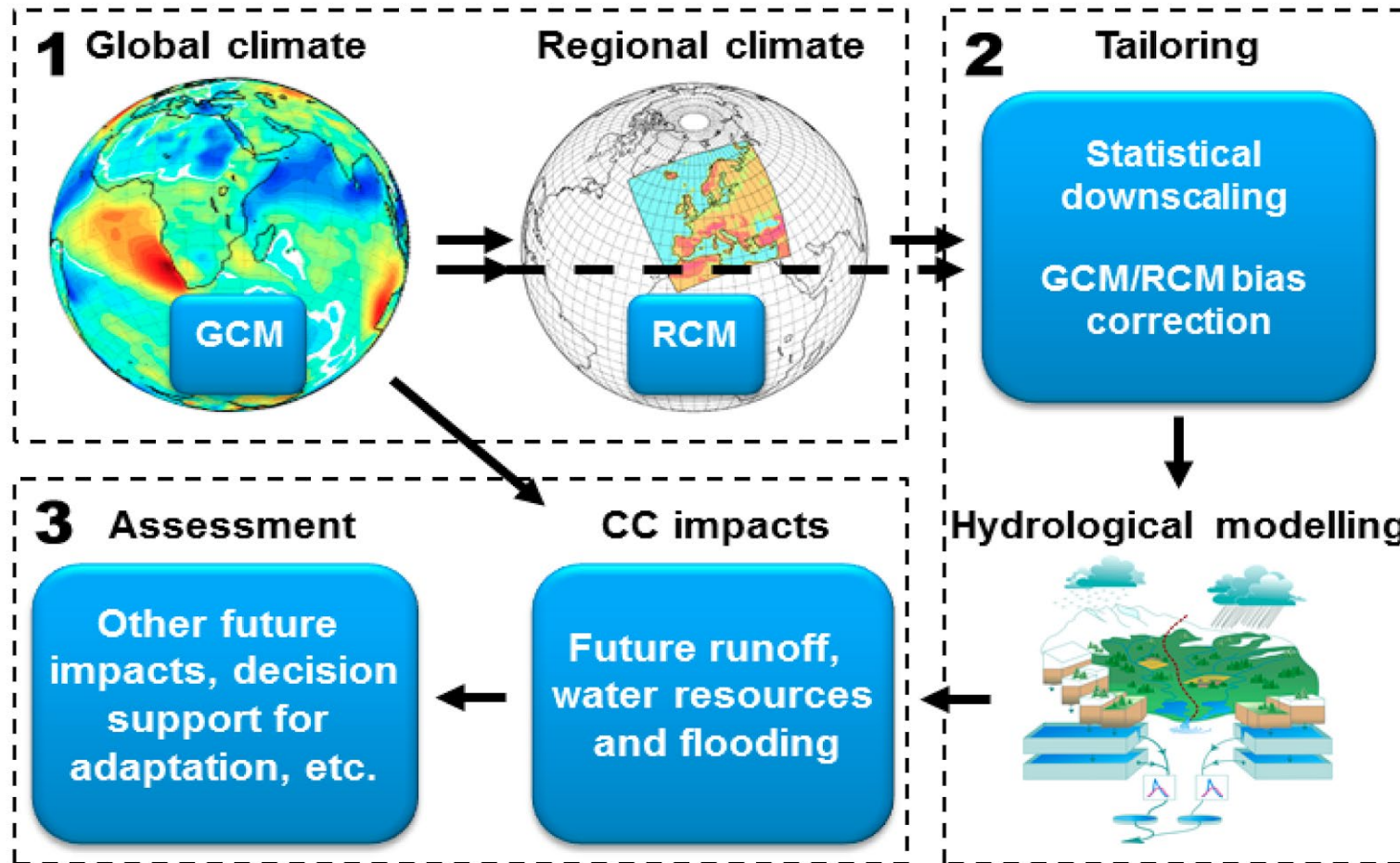
2.2 Simulacije povijesne klime i statističko uklanjanje sustavnih pogrešaka

2.3 Simulacije buduće klime i utjecaj statističke obrade na signal klimatskih promjena

2.4 Definiranje podskupa regionalnih klimatskih simulacija za potrebe hidroloških analiza

## 2.1 Simulacije regionalnim klimatskim modelima

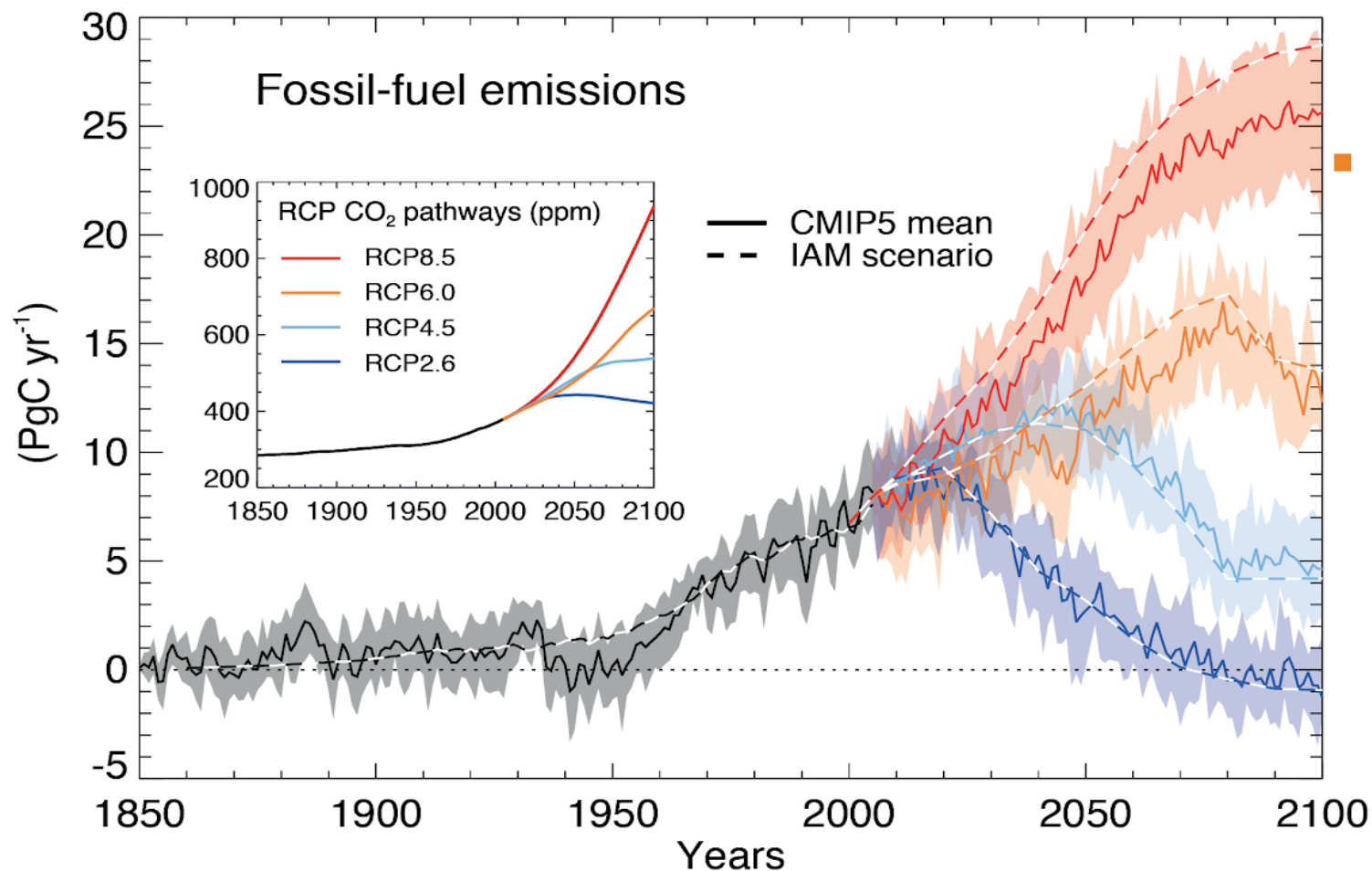
### PRIMJENA MODELSKIH REZULTATA



**Izvor:** Olsson et al. (2016) Hydrological Climate Change Impact Assessment at Small and Large Scales: Key Messages from Recent Progress in Sweden. *Climate*, 4(3), 39; doi:10.3390/cli4030039

## 2.1 Simulacije regionalnim klimatskim modelima

### IPCC SCENARIJI KONCENTRACIJA I EMISIJA CO<sub>2</sub> / C



- Globalno zagrijavanje unutar 1.5°C do kraja 21. stoljeća u odnosu na predindustrijsko razdoblje dostiže se samo unutar scenarija RCP2.6 (i to ne u svim realizacijama pojedinačnih klimatskih modela)

---

## 2.2 SIMULACIJE POVIJESNE KLIME I STATISTIČKO UKLANJANJE SUSTAVNIH POGREŠAKA

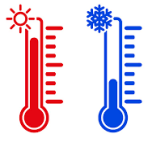
1971.-2005. povijesna klima

2006.-2070. projekcije uz pretpostavku RCP2.6

2006.-2070. projekcije uz pretpostavku RCP4.5

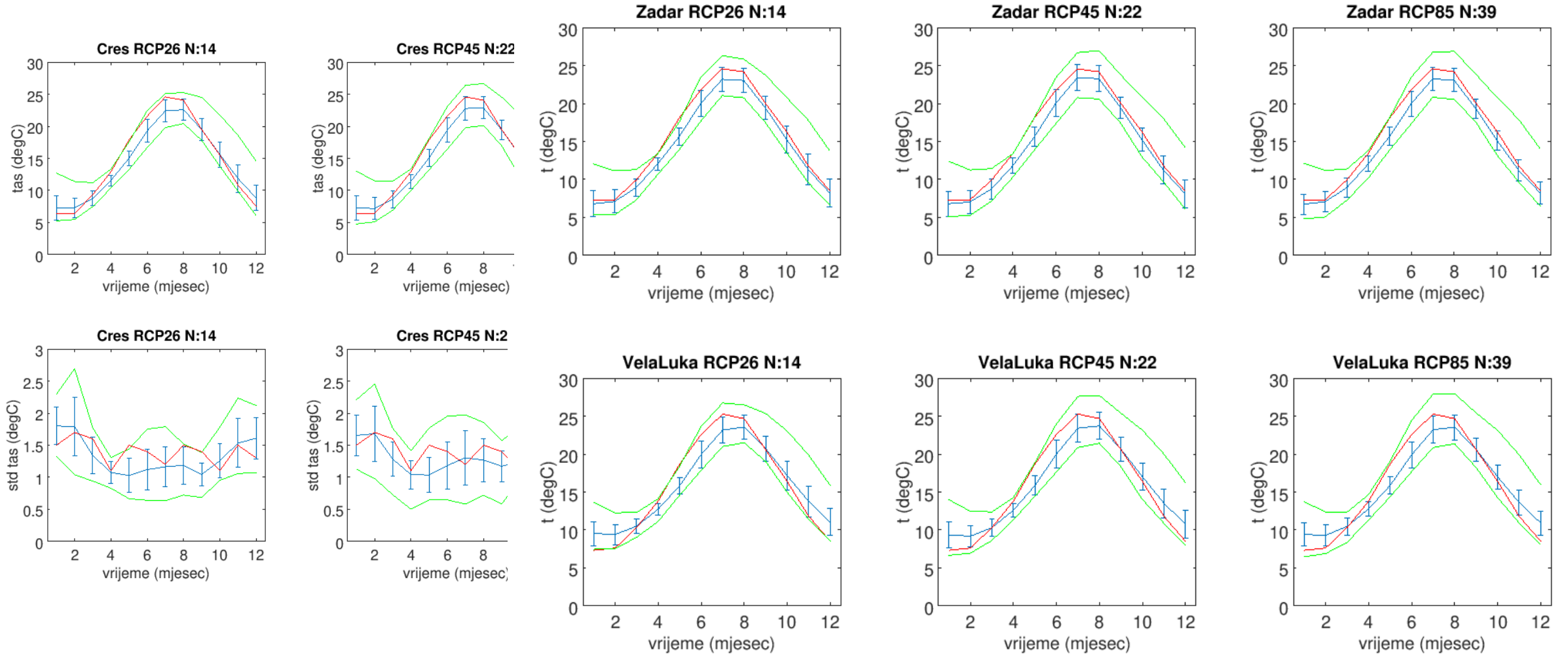
2006.-2070. projekcije uz pretpostavku RCP8.5

**Referentna klima u ovom izvješću: 1981.-2010.**



## 2.2 SIMULACIJE POVIJESNE KLIME I STATISTIČKO UKLANJANJE SUSTAVNIH POGREŠAKA

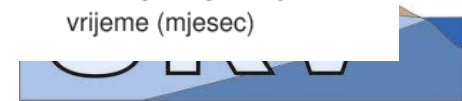
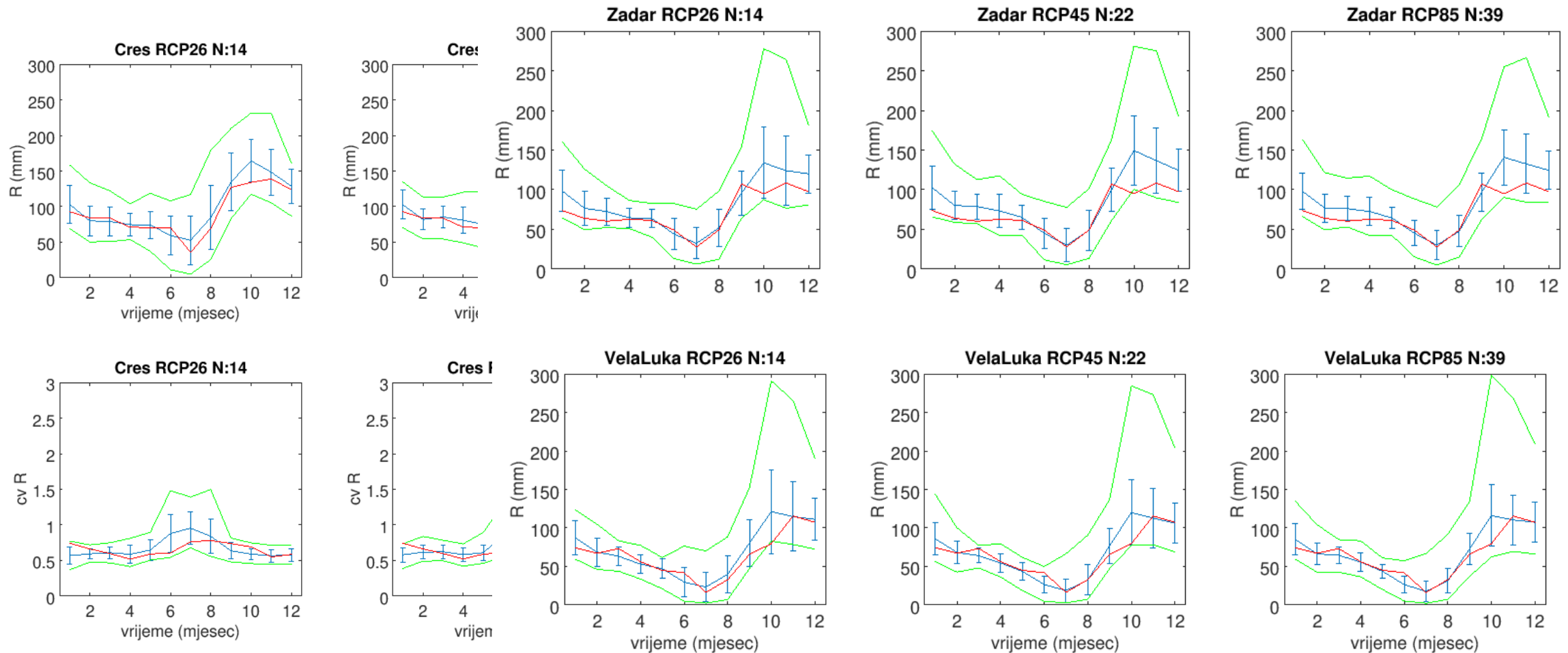
Godišnji hod **srednje mjesečne temperature zraka** ( $^{\circ}\text{C}$ ) (prvi red)  
i godišnji hod **standardne devijacije mjesečne temperature zraka** ( $^{\circ}\text{C}$ ) (drugi red).

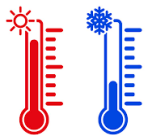




## 2.2 SIMULACIJE POVIJESNE KLIME I STATISTIČKO UKLANJANJE SUSTAVNIH POGREŠAKA

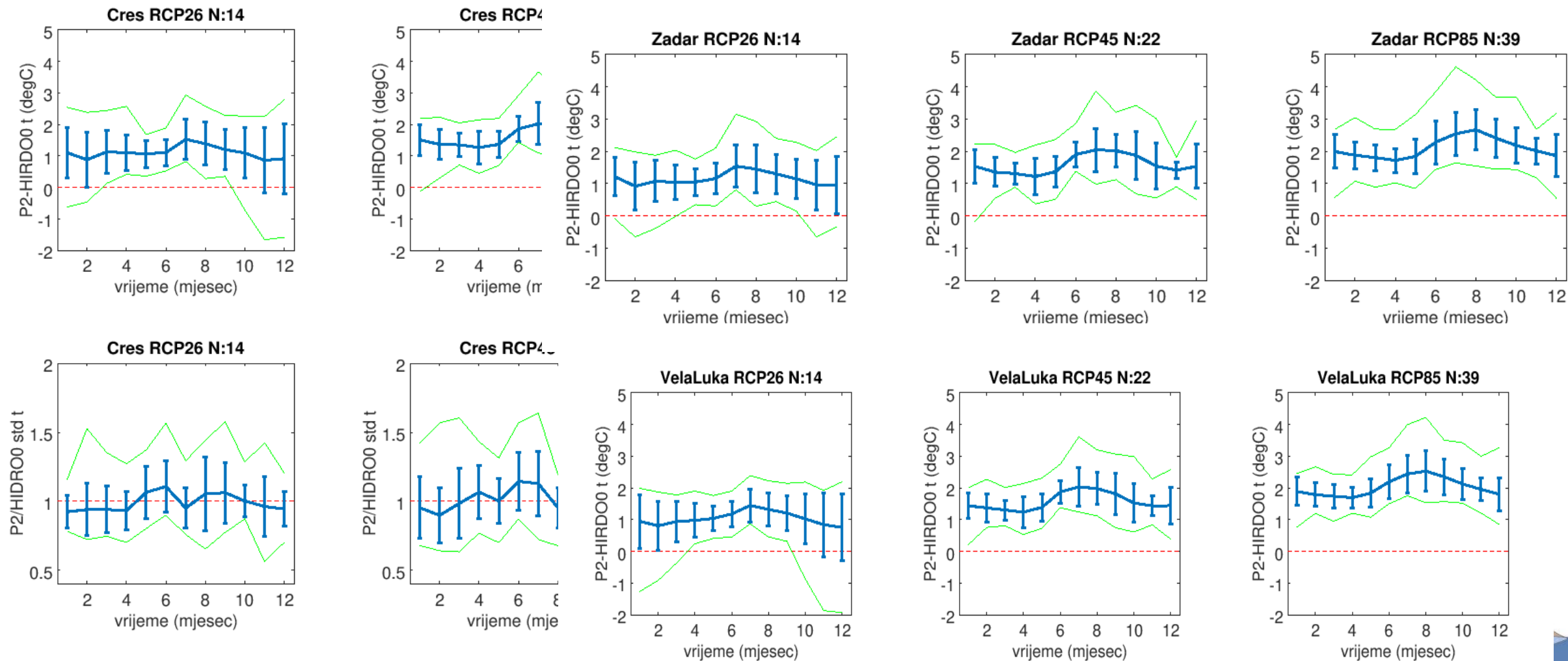
Godišnji hod **srednje mjesečne količine oborine** (mm; prvi red)  
i godišnji hod **koeficijenta varijacije mjesečne količine oborine** (bez dimenzija; drugi red).

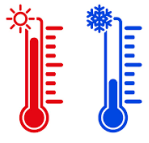




## 2.3 SIMULACIJE BUDUĆE KLIME I UTJECAJ STATISTIČKE OBRADE NA SIGNAL KLIMATSKIH PROMJENA

### Razlika mjesečnih T 2m P1-P0 i omjer mjesečnih stdev P1/P0





## 2.3 SIMULACIJE BUDUĆE KLIME I UTJECAJ STATISTIČKE OBRADE NA SIGNAL KLIMATSKIH PROMJENA

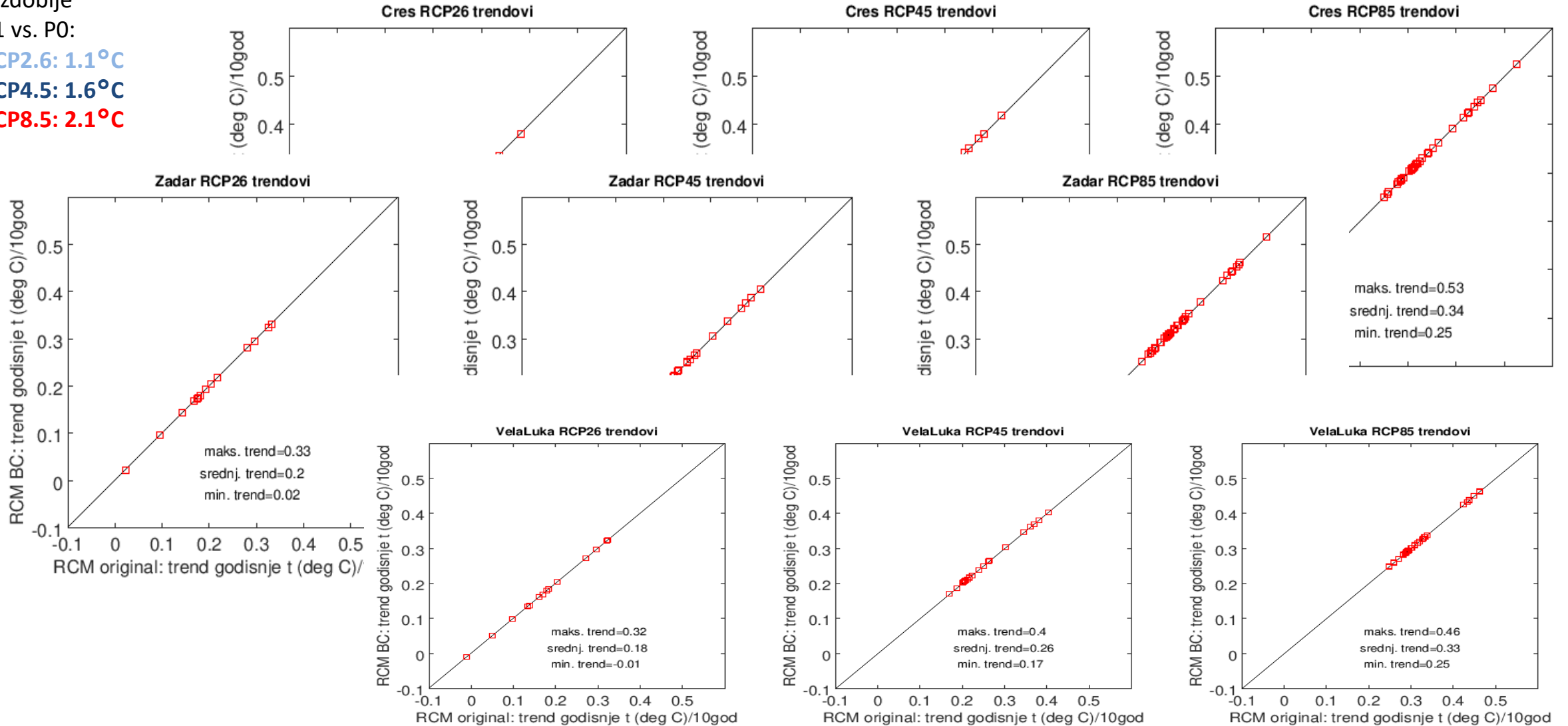
Zagrijavanje na godišnjoj skali za razdoblje

P1 vs. P0:

RCP2.6: 1.1°C

RCP4.5: 1.6°C

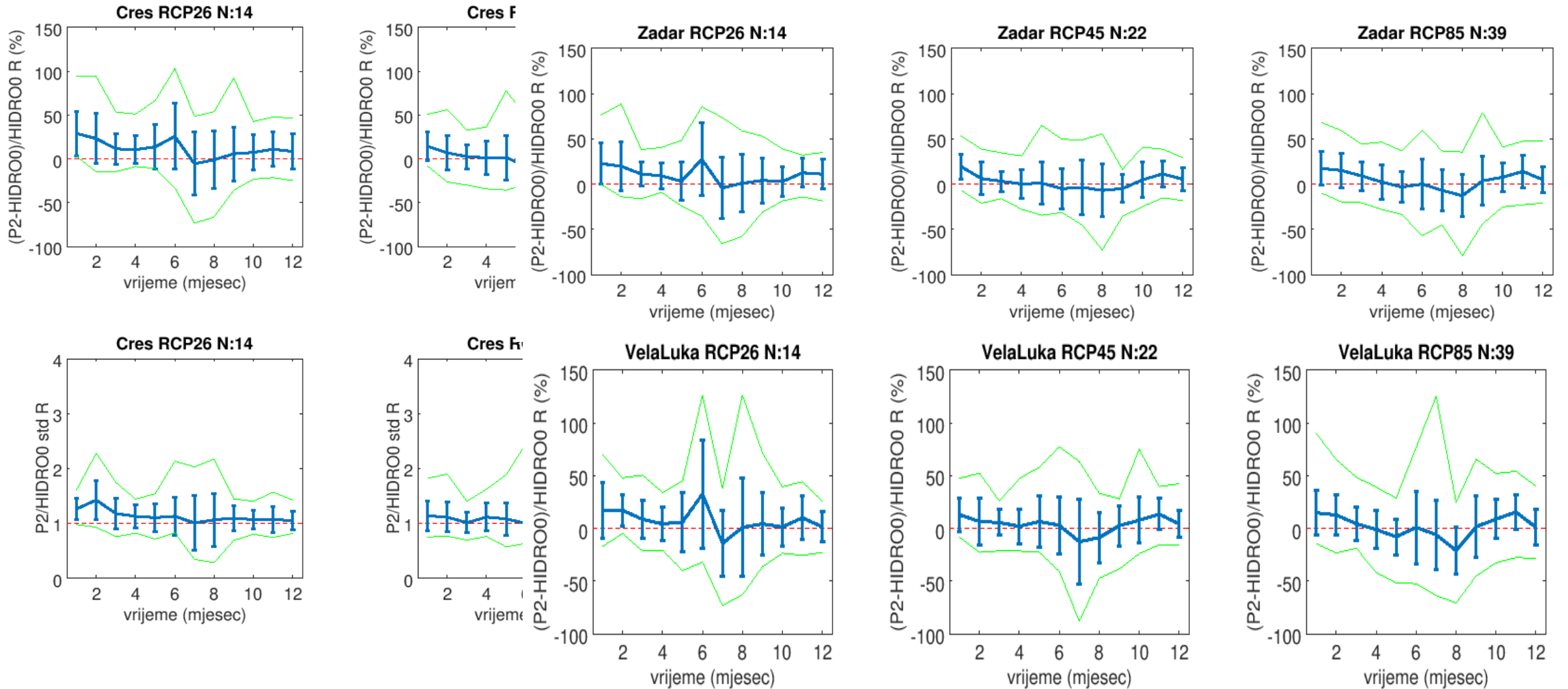
RCP8.5: 2.1°C





## 2.3 SIMULACIJE BUDUĆE KLIME I UTJECAJ STATISTIČKE OBRADE NA SIGNAL KLIMATSKIH PROMJENA

### Relativna razlika mjesečnih RR P1/P0 i omjer mjesečnih cv P1/P0





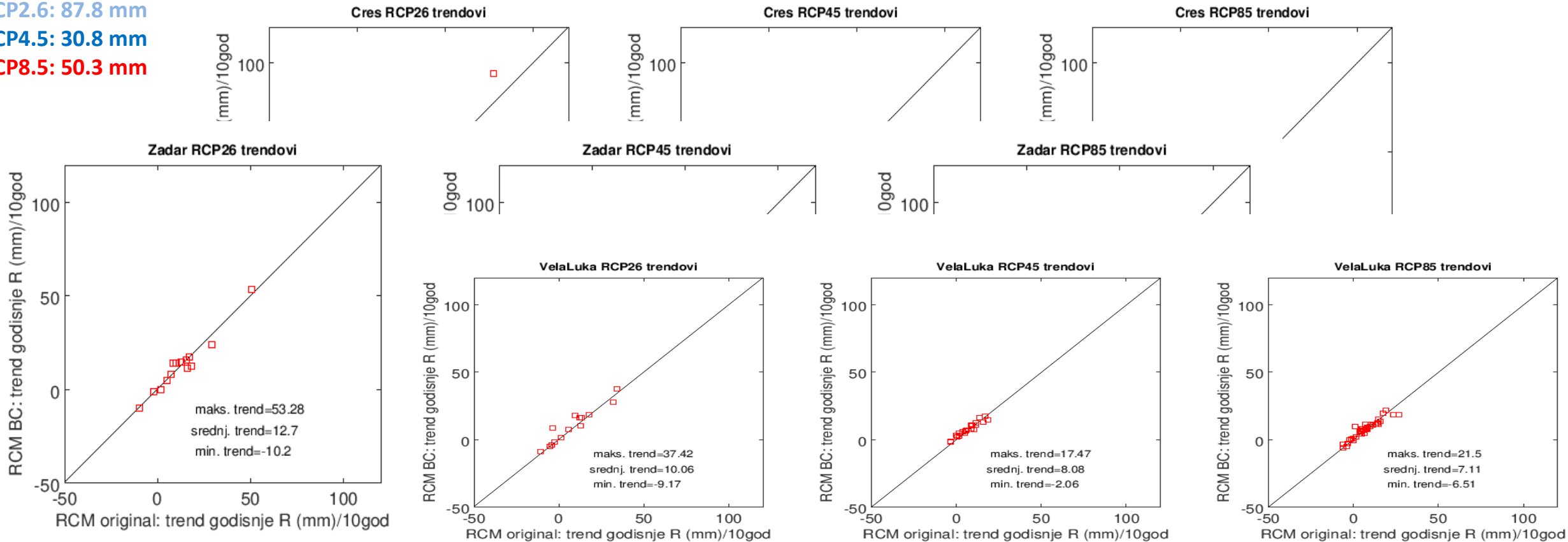
## 2.3 SIMULACIJE BUDUĆE KLIME I UTJECAJ STATISTIČKE OBRADE NA SIGNAL KLIMATSKIH PROMJENA

Porast količine oborine na godišnjoj skali za razdoblje P1 vs. P0:

RCP2.6: 87.8 mm

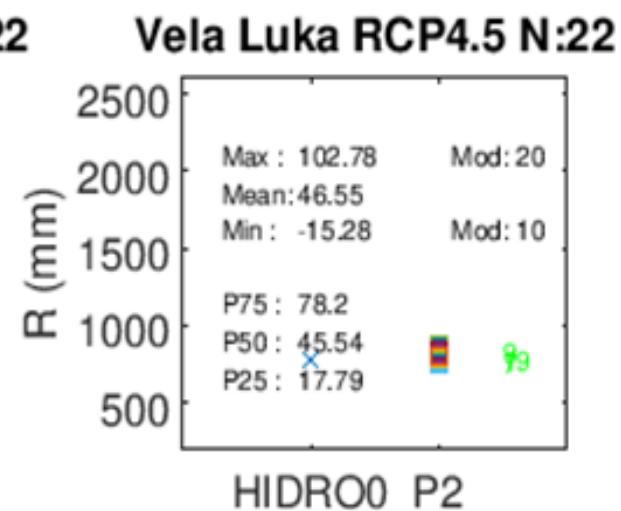
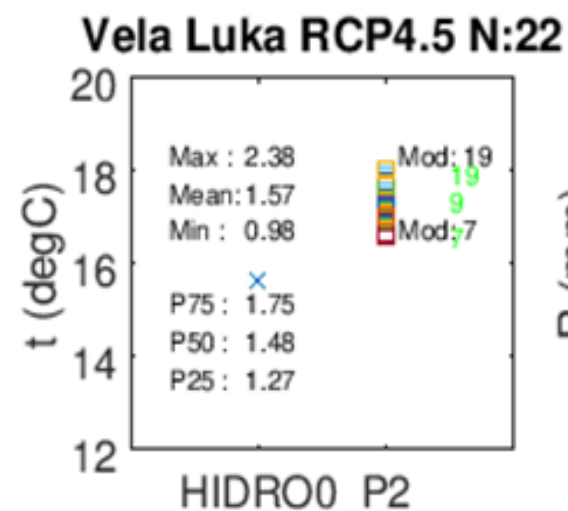
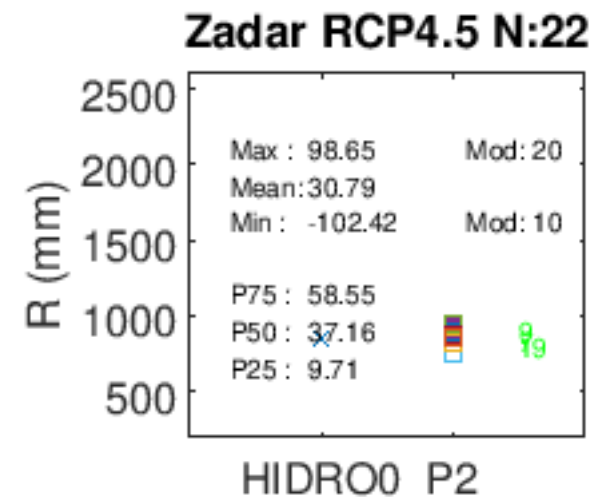
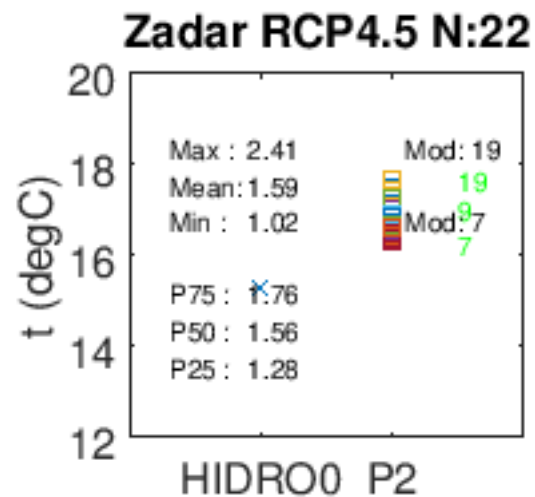
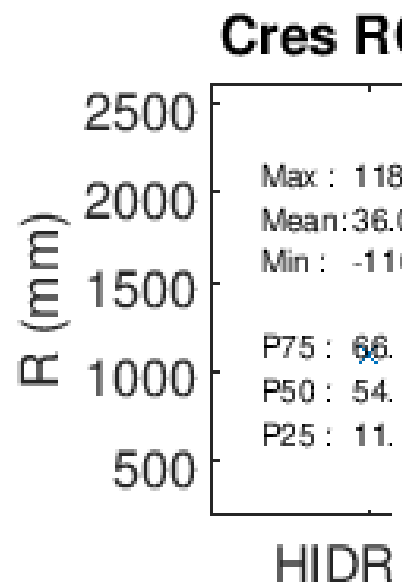
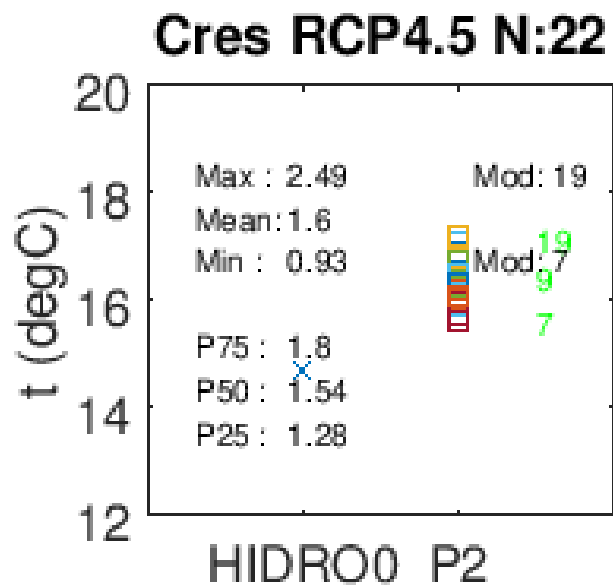
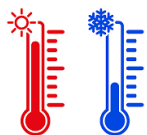
RCP4.5: 30.8 mm

RCP8.5: 50.3 mm



Usporedba linearnog trenda u originalnim simulacijama (x-os) te statistički obrađenim simulacijama (y-os) za razdoblje 1971.–2070. Analizirana veličina: trend godišnje količina oborine (mm/10 god). Analiza za korištene scenarije koncentracija stakleničkih plinova RCP2.6 (prvi stupac), RCP4.5 (drugi stupac) i RCP8.5 (treći stupac).

## 2.4 DEFINIRANJE PODSKUPA REGIONALNIH KLIMATSKIH SIMULACIJA ZA POTREBE HIDROLOŠKIH ANALIZA



**Odabrani modeli su RCM7, RCM9 i RCP19:**

RCM7: ICHEC-EC-EARTH\_rcp45\_r1i1p1\_KNMI-RACMO22E\_v1,

RCM9: IPSL-IPSL-CM5A-MR\_rcp45\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v1,

RCM19: MOHC-HadGEM2-ES\_rcp45\_r1i1p1\_DHMZ-RegCM42\_v1.



# Hvala na pažnji!

Detalje analiza potražite u izvješću:

“Doprinos projektu UKV: Analiza sadašnje klime i projekcije klime za tri pilot područja u jadranskom priobalju i otocima”

izrađenom u Državnom hidrometeorološkom zavodu, u Sektoru za meteorološka istraživanja i razvoj u sklopu projekta “Upravljanje krškim priobalnim vodonosnicima ugroženim klimatskim promjenama” (KK.05.1.1.02.0022).

