

# Opažene i očekivane klimatske promjene u Hrvatskoj

K. Cindrić Kalin, L. Cvitan, I. Güttler, L. Srnec,  
T. Stilinović, K. Zaninović  
*ksenija.cindric@cirus.dhz.hr*

Odjel za klimatološka istraživanja i biometeorologiju  
Služba za klimatološka istraživanja i primijenjenu klimatologiju  
Climate of the Adriatic REgion in its global context (**CARE**)

*Svjetski meteorološki dan*  
Zagreb, 23. ožujka 2016.

# Sadržaj

---

1. Opažene klimatske promjene
2. Rezultati klimatskih modela
3. Produkti za korisnike
4. Zaključne napomene

# 1. Opažene klimatske promjene

- Promjene u vremenskim nizovima izmjerenih klimatskih elemenata i izvedenih parametara

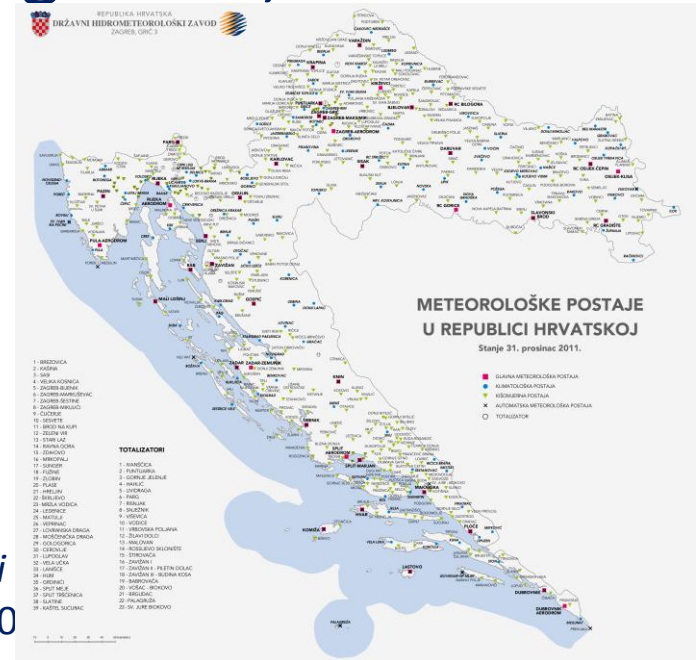
## Klima Hrvatske

- specifičan geografski položaj, razvijenost reljefa, utjecaj Jadranskog mora,...

- *kontinentalna*  
*mediteranska*  
*planinska*

- raspoloživost i kvaliteta mjerenja!

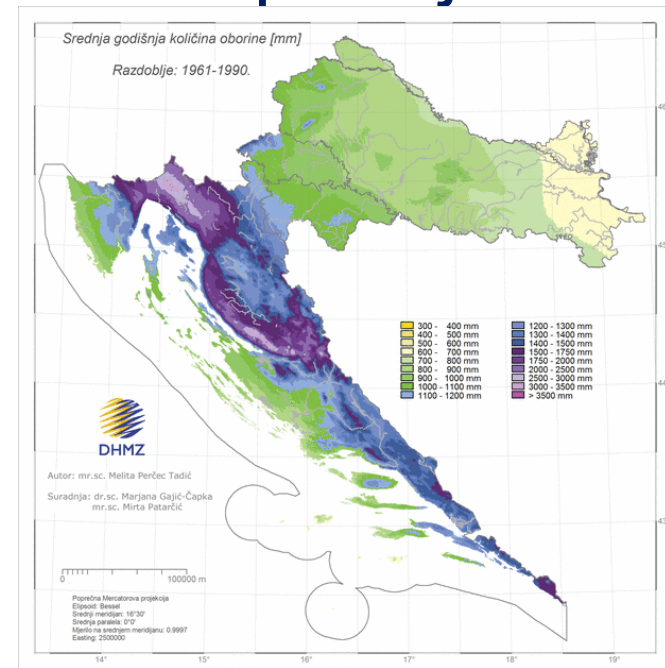
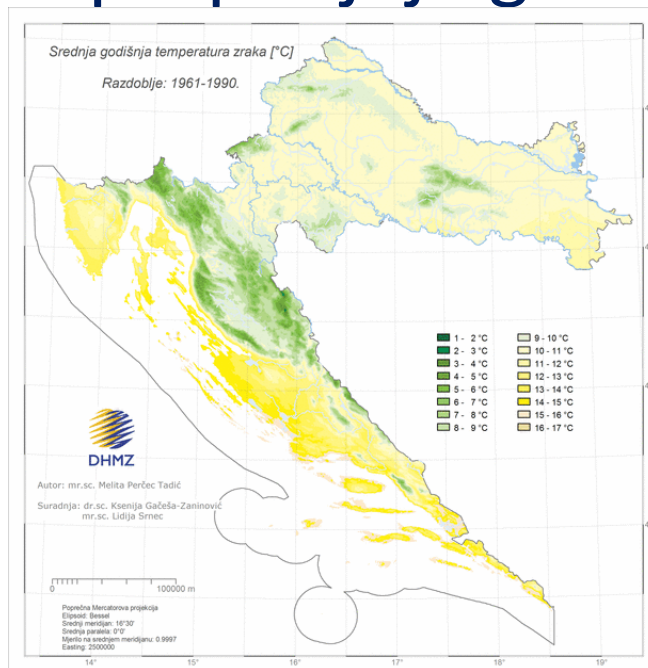
Svjetski meteorološki  
Zagreb, 23. ožujka 20



# Opažene klimatske promjene

Proučavanje klimatskih promjena na **lokalnoj** razini važno za:

- klimatske podloge za potrebe gospodarstva i društva
- upotpunjuje globalnu sliku promjena klime



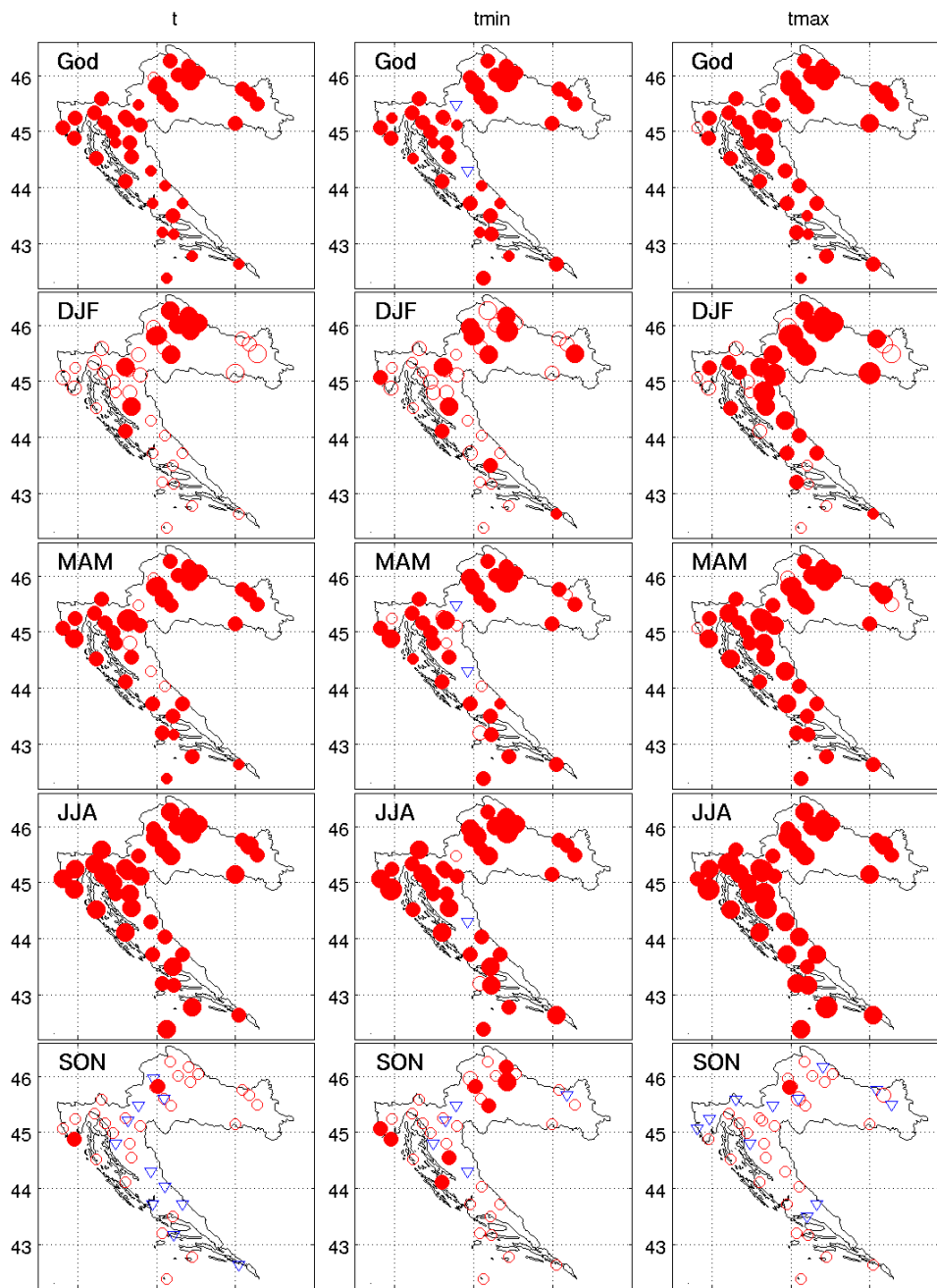
# Opazene klimatske promjene

---

- Godišnje i sezonske promjene **t** (°C)
- Godišnje i sezonske promjene **R** (mm)
- Promjene **indeksa ekstrema** prema def. Ekspertnog tima za detekciju CC i indekse (Peterson i sur. 2001.; WMO 2004.)
  - *ukazuju na intezitet i učestalost ekstremnih oborinskih i temperaturnih događaja*

<b>FD</b>	Hladni dani (apsolutni prag)	Broj dana s minimalnim temperaturama zraka $<0^{\circ}\text{C}$
<b>Tn10%</b>	Hladne noći	Broj dana s minimalnom temperaturom zraka nižom od praga, određenog kao 10-ti percentil minimalne temperature zraka za kalendarski dan u razdoblju 1961-1990.
<b>Tx10%</b>	Hladni dani	Broj dana s maksimalnom temperaturom zraka nižom od praga, određenog kao 10-ti percentil maksimalne temperature zraka za kalendarski dan u razdoblju 1961-1990.
<b>CSDI</b>	Trajanje hladnih razdoblja	Broj dana u razdobljima od najmanje 6 uzastopnih dana s minimalnom temperaturom zraka nižom od TnN10
<b>Tn90%</b>	Tople noći	Broj dana s temperaturom zraka višom od praga, određenog kao 90-ti percentil minimalne temperature zraka za kalendarski dan u razdoblju 1961-1990.
<b>Tx90%</b>	Topli dani	Broj dana s temperaturom zraka višom od praga, određenog kao 90-ti percentil maksimalne temperature zraka za kalendarski dan u razdoblju 1961-1990.
<b>WSDI</b>	Trajanje toplih razdoblja	Broj dana u razdobljima od najmanje 6 uzastopnih dana s maksimalnom temperaturom zraka višom od Tn90
<b>SD</b>	Topli dani (apsolutni prag)	Broj dana s maksimalnim temperaturama zraka $\geq 25^{\circ}\text{C}$

<b>CDD</b>	<b>dani</b>	<b>Uzastopni niz sušnih dana</b> <i>(Sušni dan je dan s dnevnom količinom oborine <math>R_d &lt; 1.0</math> mm)</i>
<b>DD</b>	<b>dani</b>	<b>Suhi dani</b> <i>(Broj dana s dnevnom količinom oborine <math>R_d &lt; 1.0</math> mm)</i>
<b>CWD</b>	dani	<b>Uzastopni niz kišnih dana</b> <i>(Kišni dan je dan s dnevnom količinom oborine <math>R_d \geq 1.0</math> mm)</i>
<b>SDII</b>	mm/dan	<b>Standardni dnevni intenzitet oborine</b> <i>(godišnja količina oborine / godišnji broj oborinskih dana (<math>R_d \geq 1.0</math> mm))</i>
<b>R75</b>	dani	<b>Umjereno vlažni dani</b> <i>(Broj dana s količinom oborine <math>R_d &gt; R_{75\%}</math>, gdje je <math>R_{75\%}</math> 75. percentil razdiobe dnevnih količina oborine koji je određen iz svih oborinskih dana (<math>R_d \geq 1.0</math> mm) u referentnom razdoblju 1961-1990.)</i>
<b>R95</b>	dani	<b>Vrlo vlažni dani</b> <i>(Broj dana s količinom oborine <math>R_d &gt; R_{95\%}</math>, gdje je <math>R_{95\%}</math> 95. percentil razdiobe dnevnih količina oborine koji je određen iz svih oborinskih dana (<math>R_d \geq 1.0</math> mm) u referentnom razdoblju 1961-1990.)</i>
<b>R95T</b>	%	<b>Udio oborine u vrlo vlažne dane</b> <i>(Udio godišnje količine oborine <math>\sum R_d / R_t</math>, gdje je <math>\sum R_d</math> suma dnevnih oborina većih od 95. percentila oborine u vrlo vlažne dane <math>R_{95\%}</math> u referentnom razdoblju 1961-1990.)</i>
<b>Rx1d</b>	mm	<b>Najveća 1-dnevna količina oborine</b> <i>(Najveća količina oborine u 1-dnevnim intervalima)</i>
<b>Rx5d</b>	mm	<b>Najveća 5-dnevna količina oborine</b> <i>(Najveća količina oborine u 5-dnevnim intervalima)</i>



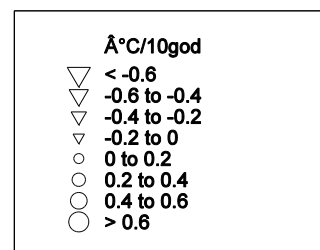
● pozitivan trend, stat. sig.

▼ negativan trend, stat. sig.

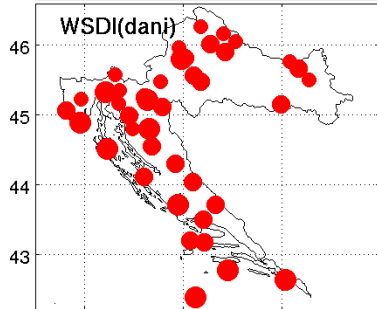
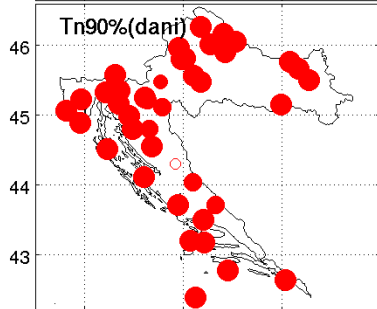
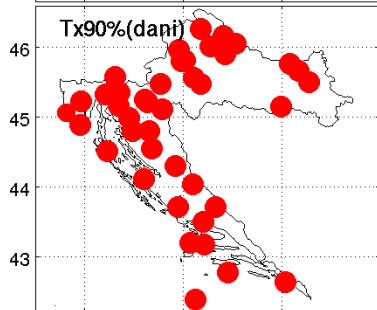
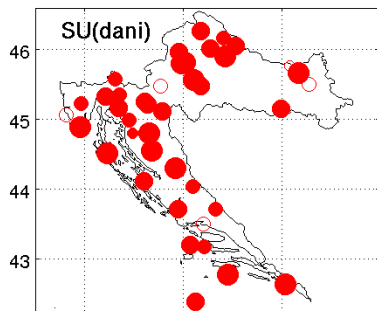
Trend  
sred, max i min  
temperature zraka

1961.-2010.

-Jasan porast u  
svim sezonama,  
slabiji u jesen  
(SON)

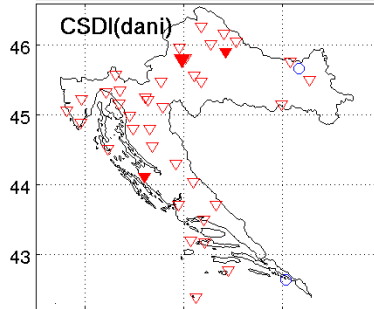
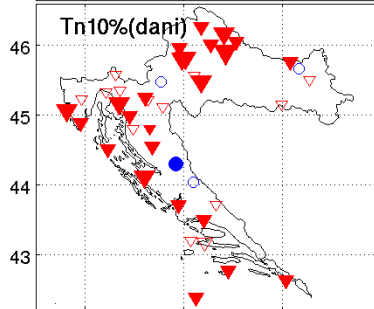
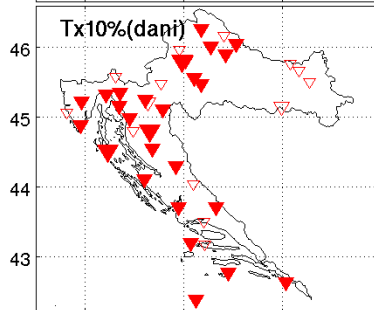
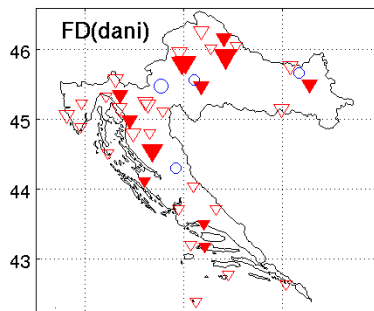






● pozitivan trend, stat. sig.

▼ negativan trend, stat. sig.



● pozitivan trend, stat. sig.

▼ negativan trend, stat. sig.

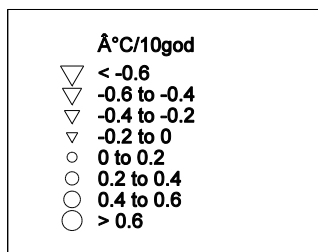
# Trend godišnjih temperaturnih indeksa ekstrema

1961.-2010.

Značajan

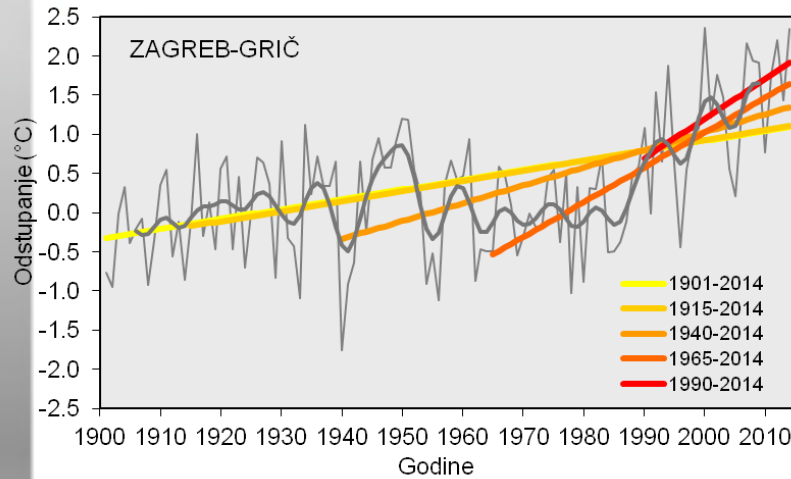
- porast toplih

- smanjenje hladnih

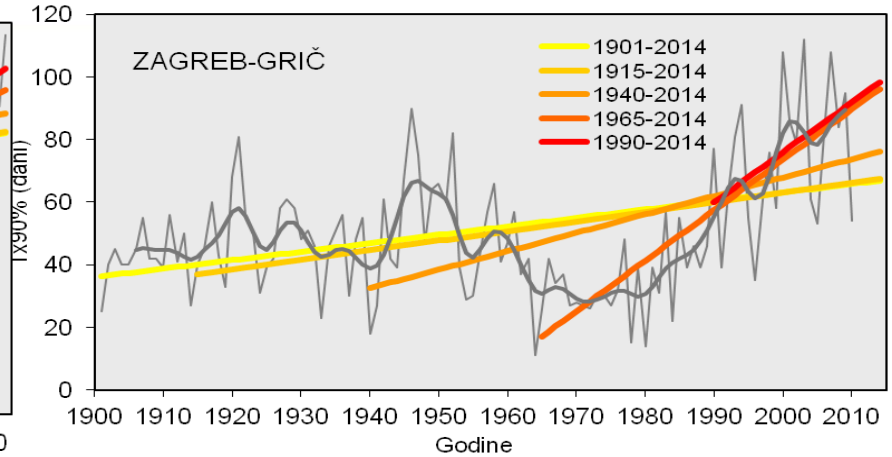


# Zagreb-Grič, 1900.-2014.

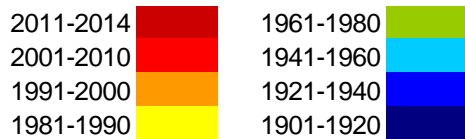
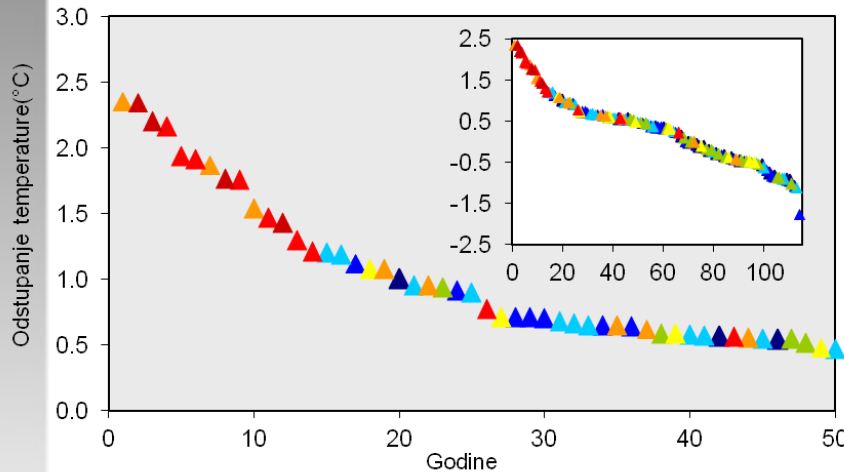
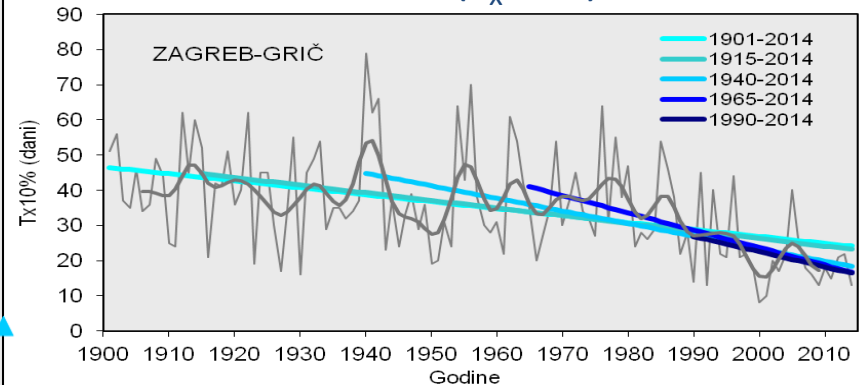
## Srednja temperatura zraka



## Topli dani ( $T_x90\%$ )



## Hladni dani ( $T_x10\%$ )

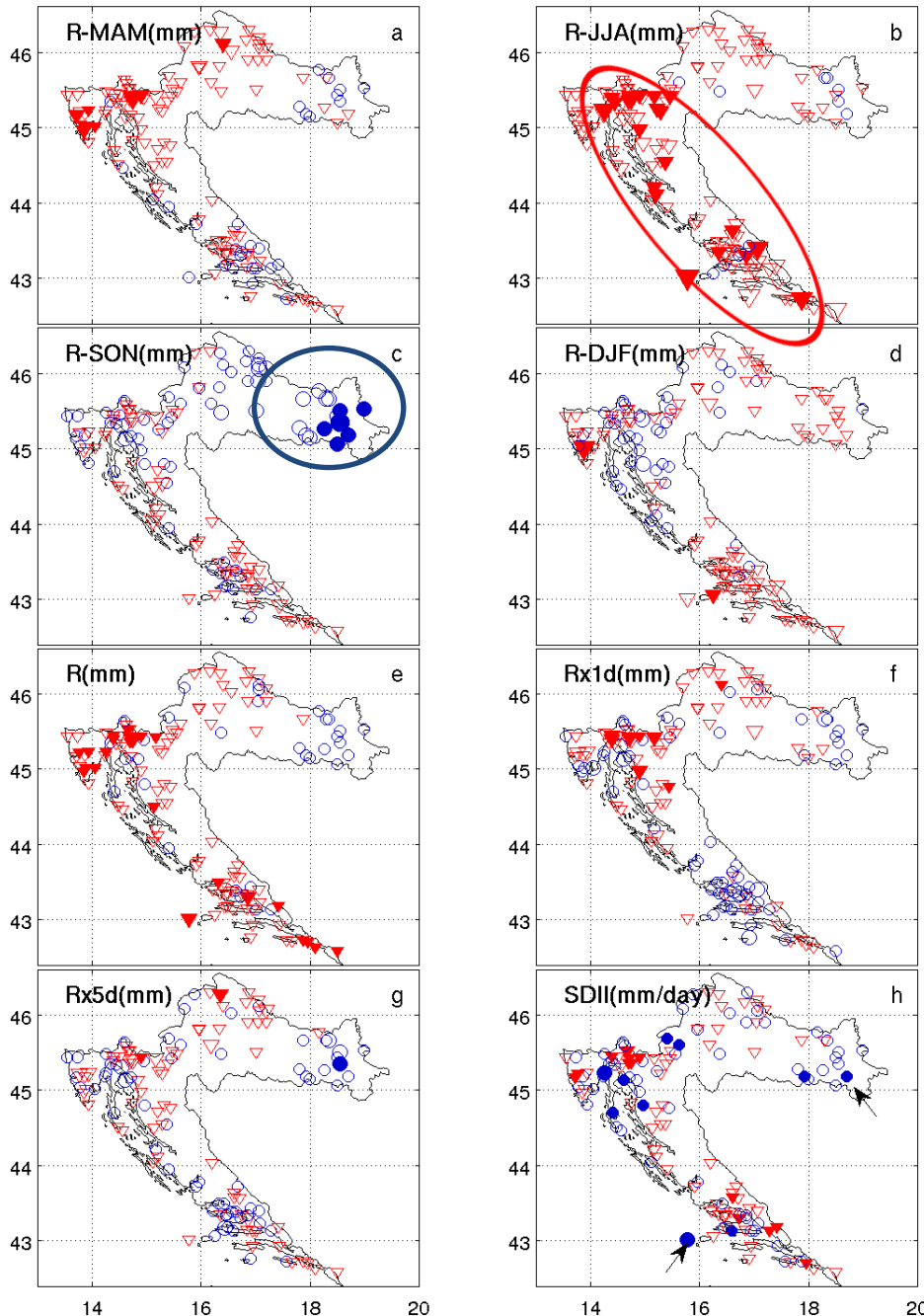


Rangovi srednje god. temp. zraka (odstupanja od 1961.-1990.), od najtoplijeg do najhladnijeg

# Trend količine oborine i indeksa ekstrema

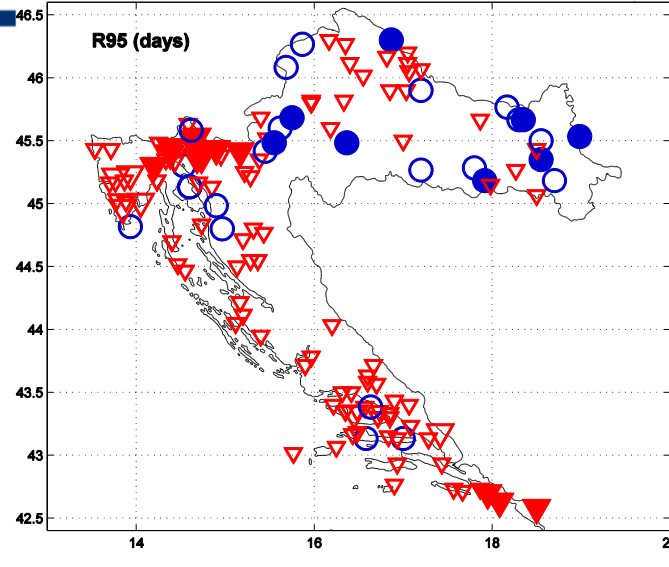
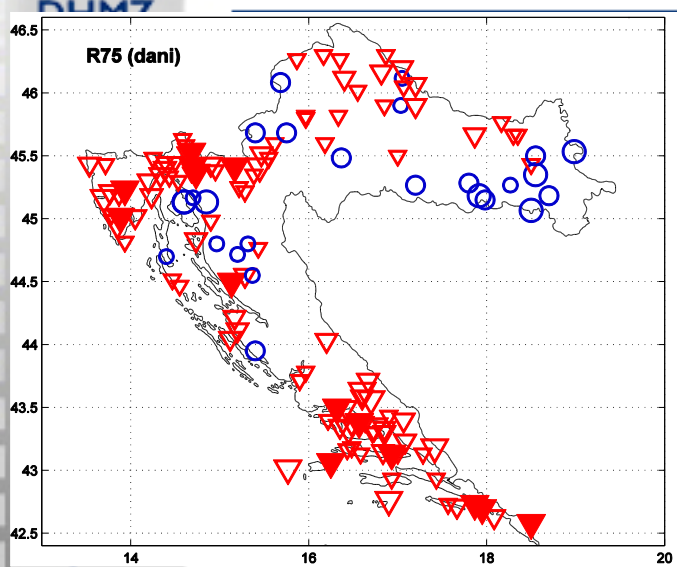
1961.-2010.

Značajno  
-smanjenje **ljeti:**  
Jadran i gorska HR  
-povećanje **jesen:**  
istočna HR

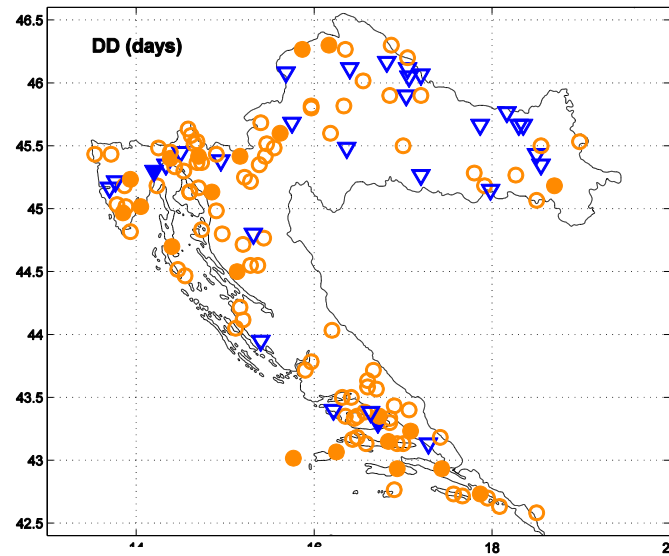
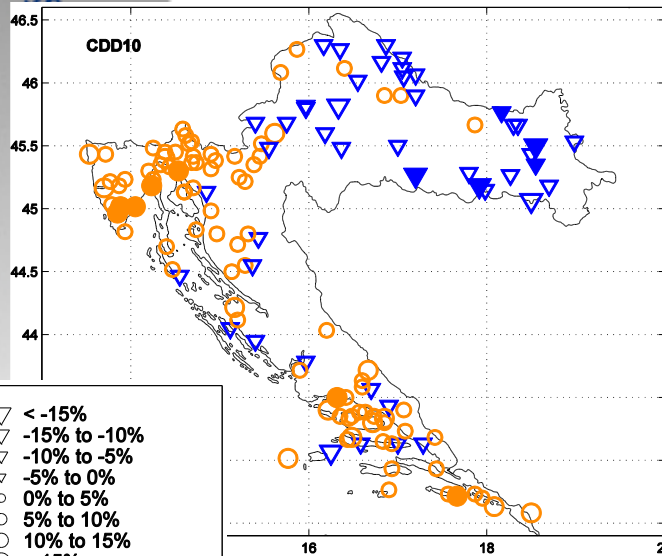




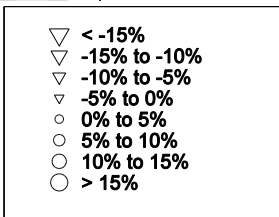
# Trend godišnjih indeksa ekstrema 1961.-2010.



● pozitivan trend, stat. sig. ▼ negativan trend, stat. sig.



● pozitivan trend, stat. sig. ▼ negativan trend, stat. sig.



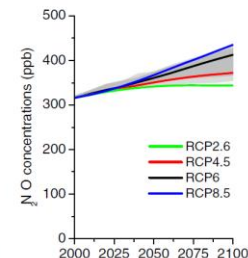
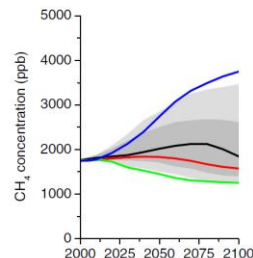
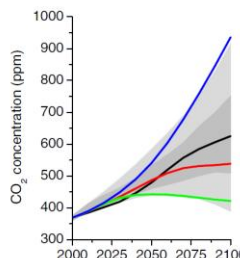
- **Jadran i Gorski kotar**
- Smanjenje vlažnih dana **R75 i R95**
- Povećanje sušnih dana i razdoblja (**DD, CDD**)
- Kontinentalna**
- Kraća trajanja sušnih **CDD10** i povećanje **R95**

## 2. Rezultati klimatskih modela

### EURO-CORDEX simulacije

- Regionalni klimatski modeli na prostornim rezolucijama **50 km** i **12.5 km**
- Rubni uvjeti: podskup CMIP5 globalnih klimatskih modela

- Scenariji : **RCP2.6**  
**RCP4.5**  
**RCP8.5**

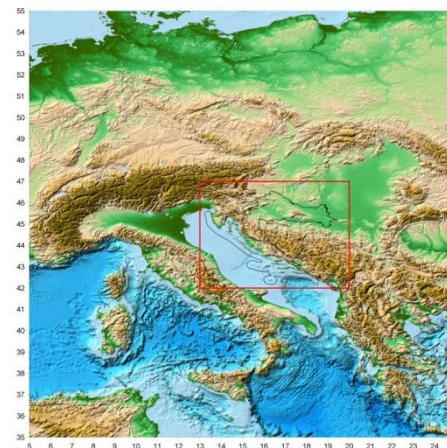


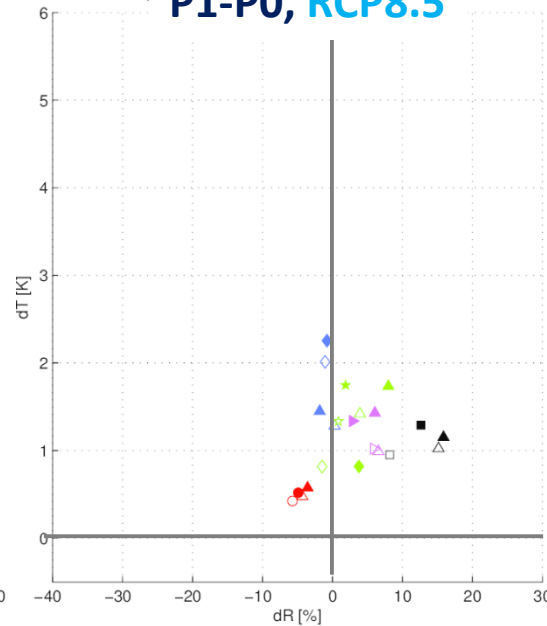
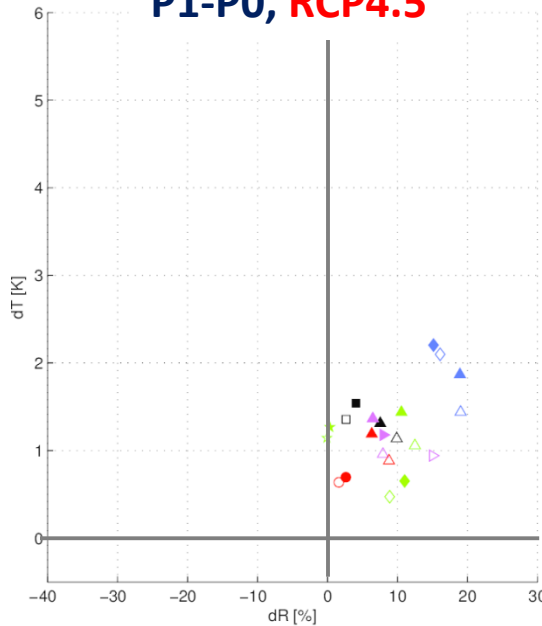
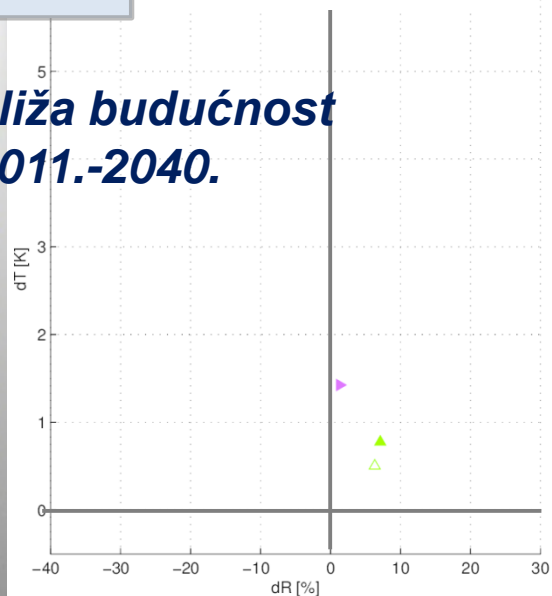
- Područje interesa:  
Hrvatska i bliža okolina

- Razdoblja:

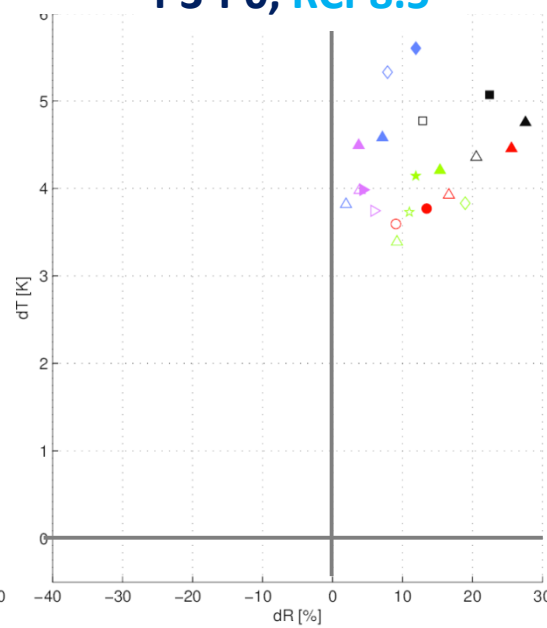
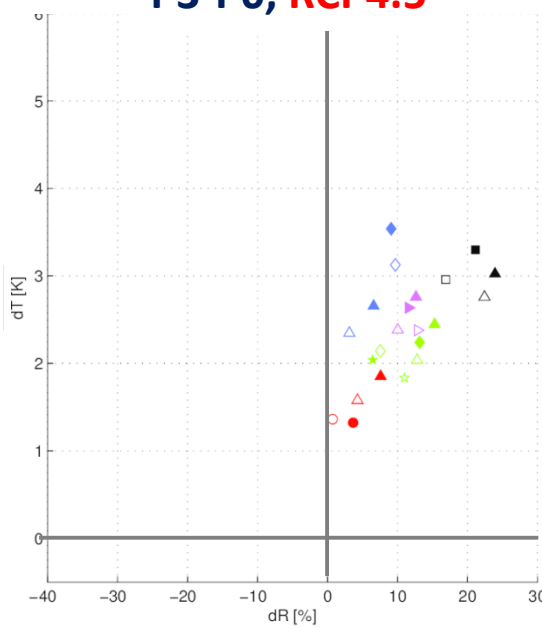
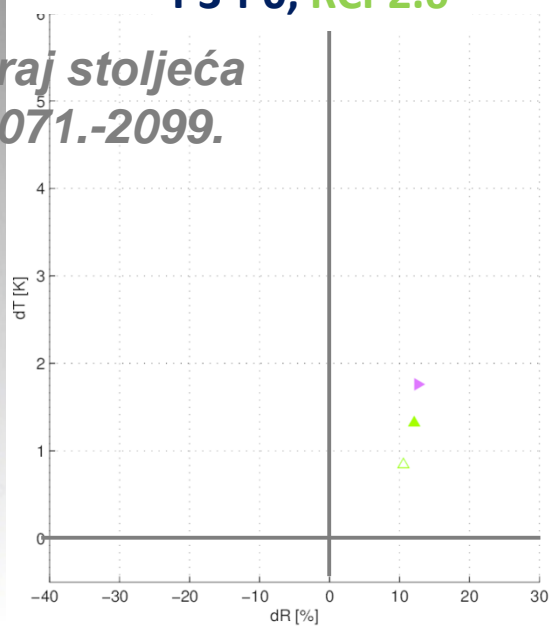
**P0**: 1971.-2000.

**P1**: 2011.-2040., **P3**: 2071.-2099.



**DJF****d P1-P0, RCP2.6****P1-P0, RCP4.5****c P1-P0, RCP8.5****bliža budućnost  
2011.-2040.**

- CLM-ESM44
- IPSL-CM5A44
- ◇ KNMI-ECEARTH44
- ◇ KNMI-HadGEM44
- △ SMHI-CM5A44
- △ SMHI-Cm544
- △ SMHI-ECEARTH44
- △ SMHI-HadGEM44
- △ SMHI-ESM44
- ☆ DMI-ECEARTH44
- ☆ CNRM-Cm544
- CLM-ESM11
- IPSL-CM5A11
- ◇ KNMI-ECEARTH11
- ◇ KNMI-HadGEM11
- ▲ SMHI-CM5A11
- ▲ SMHI-Cm511
- ▲ SMHI-ECEARTH11
- ▲ SMHI-HadGEM11
- ▲ SMHI-ESM11
- ☆ DMI-ECEARTH11
- ☆ CNRM-Cm511

**Usporedba signala promjena ukupne količine oborine dR (%) i temp. zraka na 2m dT (°C)****P3-P0, RCP2.6****P3-P0, RCP4.5****P3-P0, RCP8.5****kraj stoljeća  
2071.-2099.**

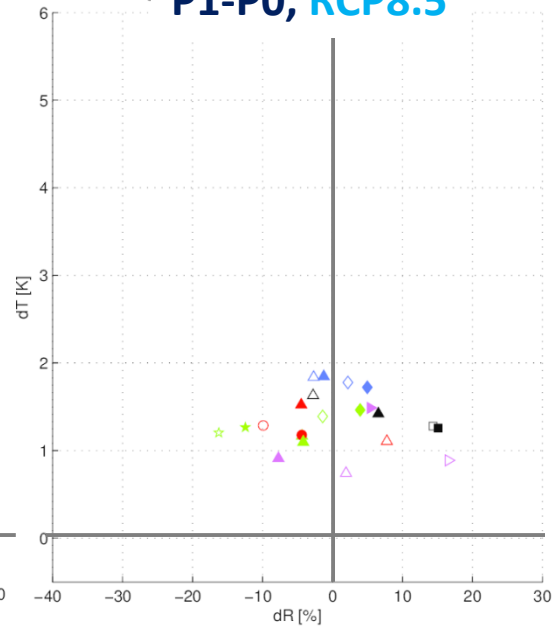
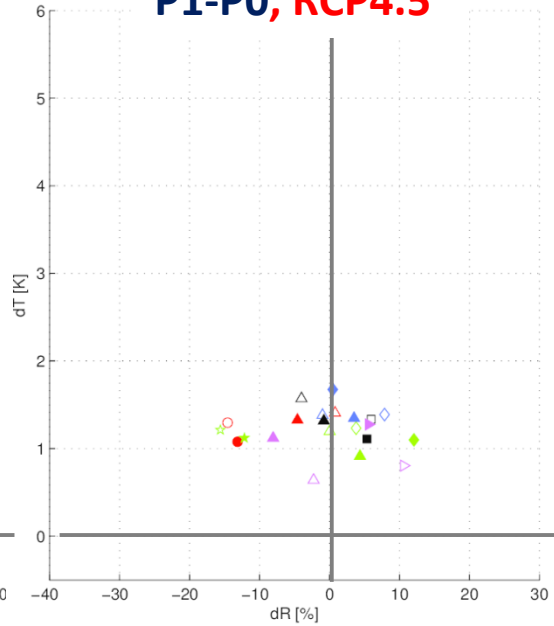
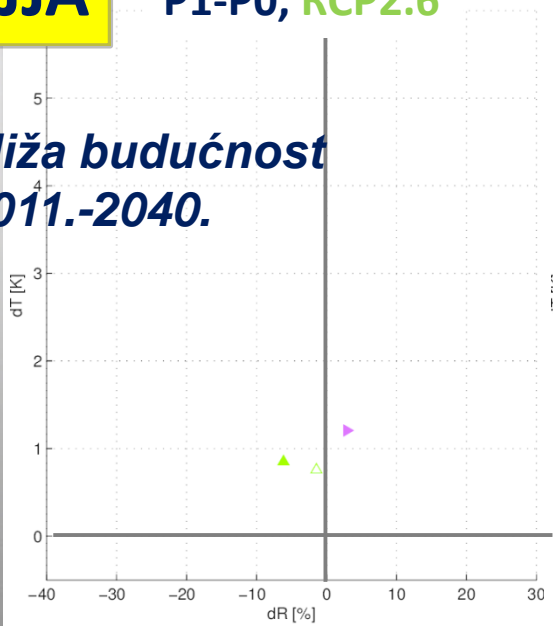
- CLM-ESM44
- IPSL-CM5A44
- ◇ KNMI-ECEARTH44
- ◇ KNMI-HadGEM44
- △ SMHI-CM5A44
- △ SMHI-Cm544
- △ SMHI-ECEARTH44
- △ SMHI-HadGEM44
- △ SMHI-ESM44
- ☆ DMI-ECEARTH44
- ☆ CNRM-Cm544
- CLM-ESM11
- IPSL-CM5A11
- ◇ KNMI-ECEARTH11
- ◇ KNMI-HadGEM11
- ▲ SMHI-CM5A11
- ▲ SMHI-Cm511
- ▲ SMHI-ECEARTH11
- ▲ SMHI-HadGEM11
- ▲ SMHI-ESM11
- ☆ DMI-ECEARTH11
- ☆ CNRM-Cm511

**JJA**

P1-P0, RCP2.6

P1-P0, RCP4.5

P1-P0, RCP8.5

*bliža budućnost  
2011.-2040.*

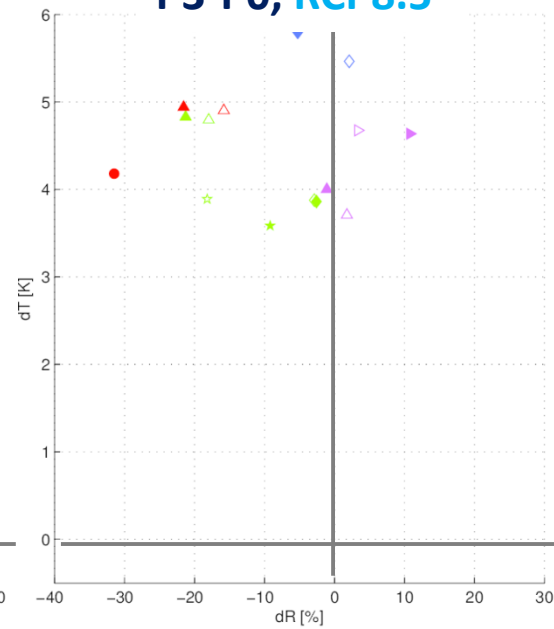
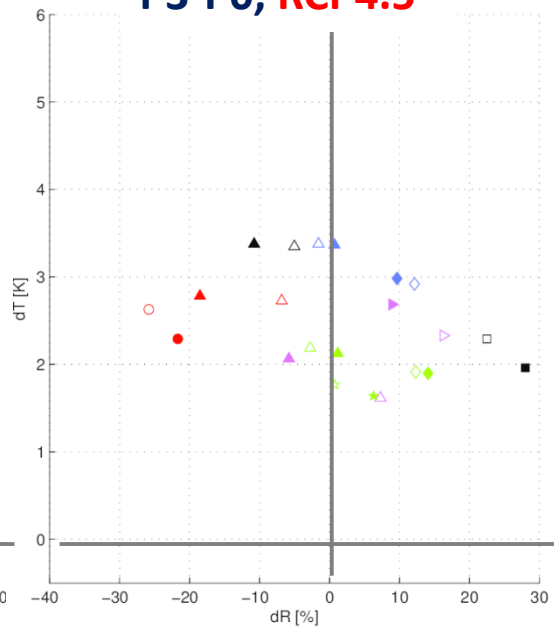
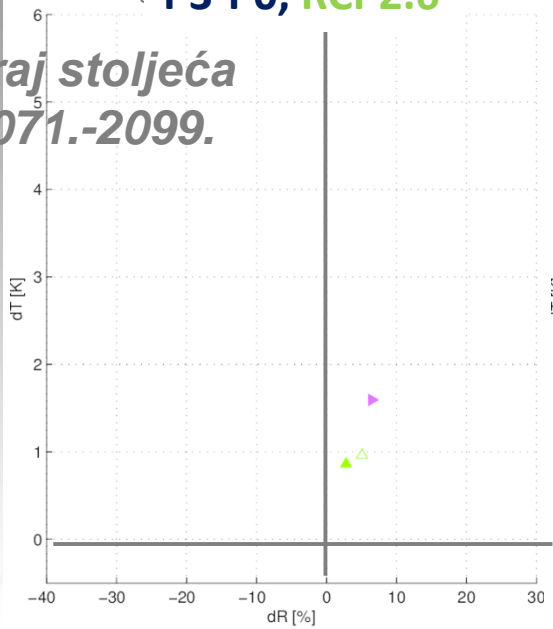
- CLM-ESM44
- IPSL-CM5A44
- ◇ KNMI-ECEARTH44
- △ SMHI-CM5A44
- △ SMHI-Cm544
- △ SMHI-ECEARTH44
- △ SMHI-HadGEM44
- △ SMHI-ESM44
- ☆ DMI-ECEARTH44
- ▽ CNRM-Cm544
- CLM-ESM11
- IPSL-CM5A11
- ◇ KNMI-ECEARTH11
- ◇ KNMI-HadGEM11
- ▲ SMHI-CM5A11
- ▲ SMHI-Cm511
- ▲ SMHI-ECEARTH11
- ▲ SMHI-HadGEM11
- ▲ SMHI-ESM11
- ☆ DMI-ECEARTH11
- ▽ CNRM-Cm511

**Usporedba signala promjena ukupne količine oborine dR (%) i temp. zraka na 2m dT (°C)**

P3-P0, RCP2.6

P3-P0, RCP4.5

P3-P0, RCP8.5

*kraj stoljeća  
2071.-2099.*

- CLM-ESM44
- IPSL-CM5A44
- ◇ KNMI-ECEARTH44
- △ SMHI-CM5A44
- △ SMHI-Cm544
- △ SMHI-ECEARTH44
- △ SMHI-HadGEM44
- △ SMHI-ESM44
- ☆ DMI-ECEARTH44
- ▽ CNRM-Cm544
- CLM-ESM11
- IPSL-CM5A11
- ◇ KNMI-ECEARTH11
- ◇ KNMI-HadGEM11
- ▲ SMHI-CM5A11
- ▲ SMHI-Cm511
- ▲ SMHI-ECEARTH11
- ▲ SMHI-HadGEM11
- ▲ SMHI-ESM11
- ☆ DMI-ECEARTH11
- ▽ CNRM-Cm511

- neprihvatljivo
- prihvatljivo
- idealno

# 3. Produkti za korisnike

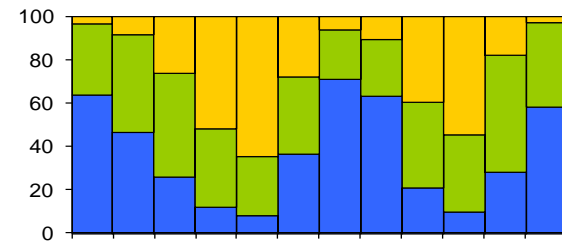
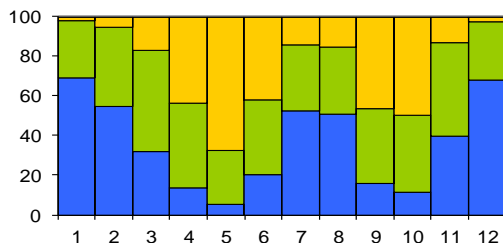
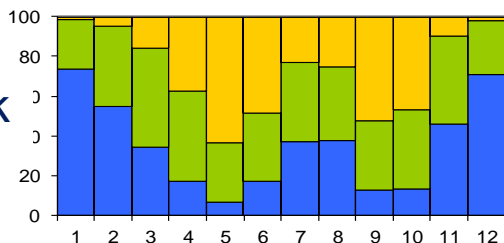
## CIT – Klimatski indeks za turizam - BICIKLIZAM

1961.-1990.

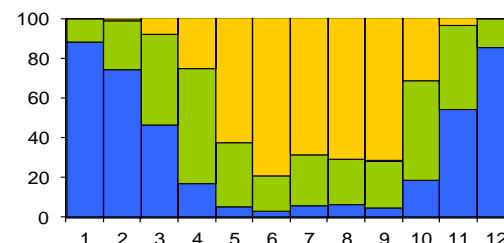
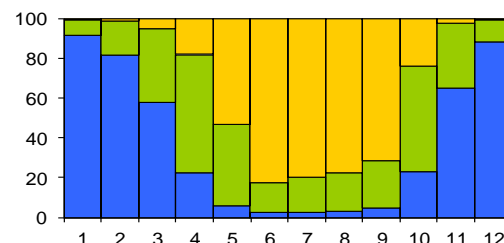
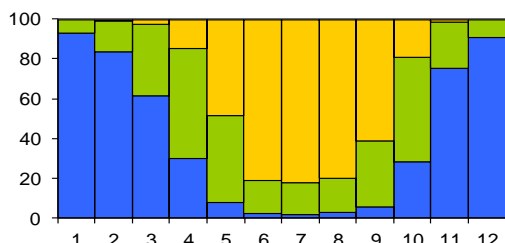
2011.-2040.

2041.-2070.

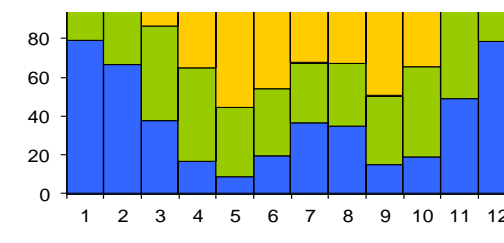
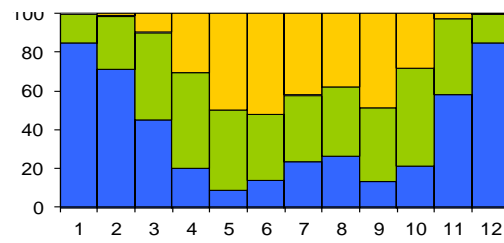
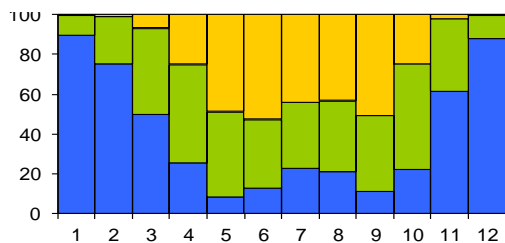
Dubrovnik



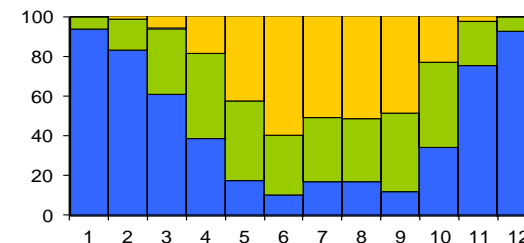
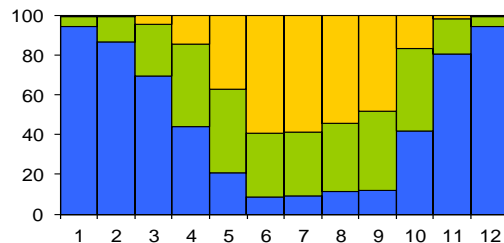
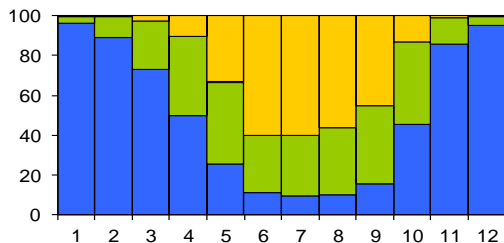
Rovinj



Osijek

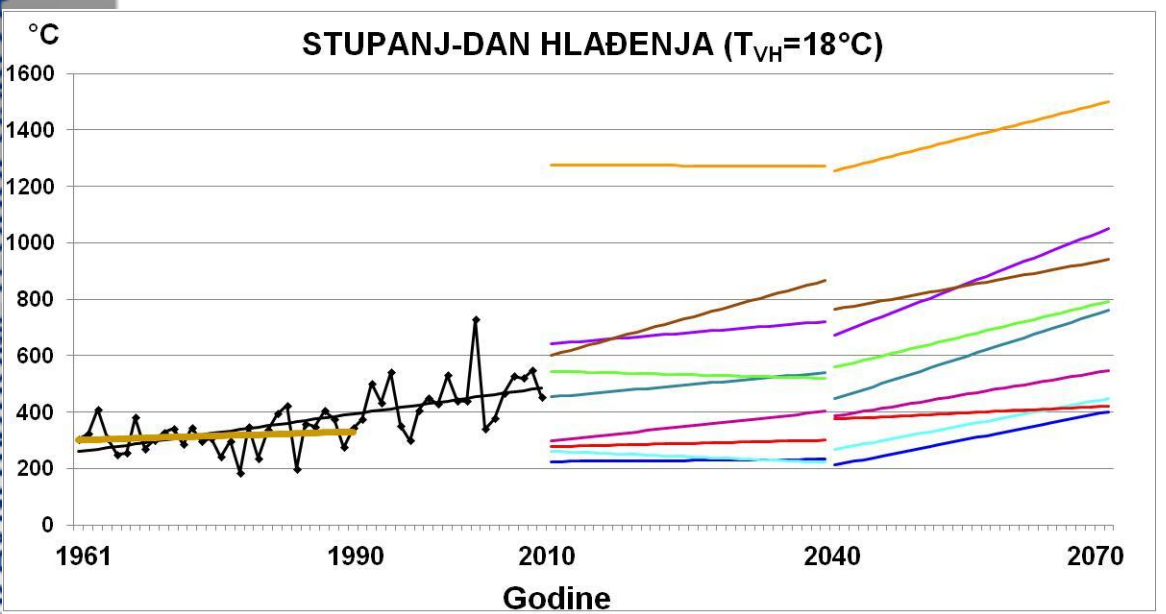
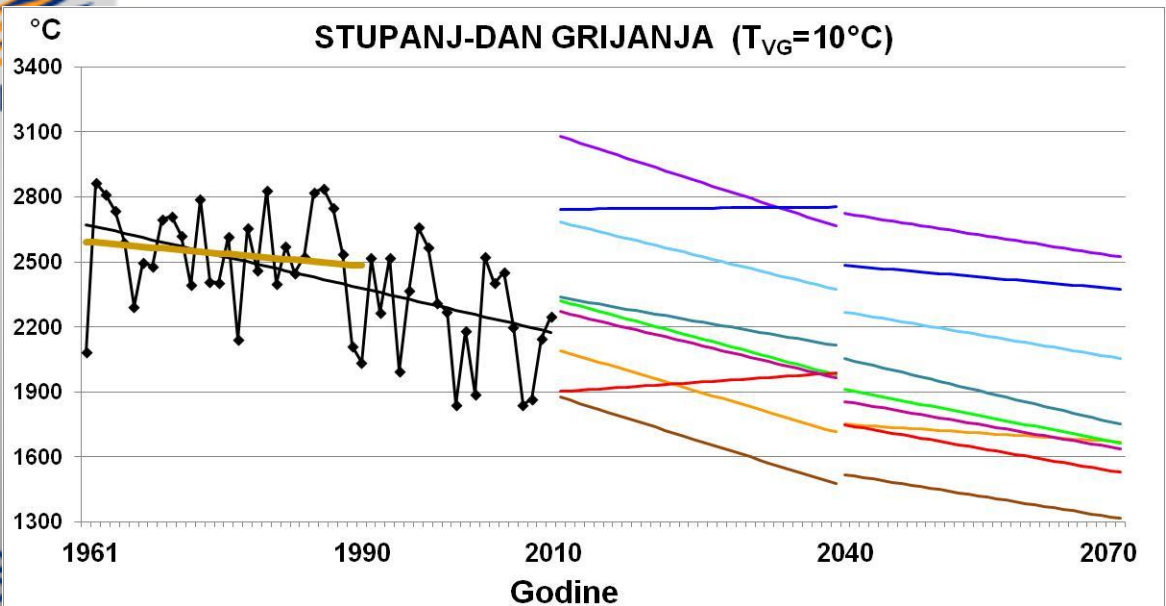


Gospić



DRŽAVNA AGENCIJA ZA OKOLJE I PROSTORNO UREĐENJE REPUBLIKE HRVATSKE  
HIDROMETEOROLOŠKI ŽUPANIJSKI IZVJEŠTAJ ZA 2023. GODINU

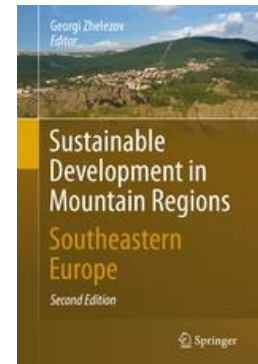




- **Stupanj-dan grijanja i hlađenja** u Zagrebu u razdoblju 1961.-2010. i trendovi u razdobljima sadašnje klime: 1961.-1990. i 1961.-2010. i buduće klime: 2011.-2040. i 2041.-2070. utemeljeni na devet klimatskih modela iz EU FP6 ENSEMBLES (IPCC SRES A1B scenarij)

## 4. Zaključne napomene

- Prvi korak u adaptaciji na klimatske promjene su klimatske podloge:
  - opažene promjene i projekcije za buduću klimu
  - **interdisciplinarnost** (energetika, turizam, šumarstvo, poljoprivreda...)
  - **dvosmjerna komunikacija i edukacija** – prilagoditi znanstvena istraživanja potrebama krajnjih korisnika
  - **odgovornost** klimatologa – procijeniti **neizvjesnosti** rezultata (raspon mogućnosti)
- Primjer dobre prakse:  
Šumarski institut (*Pilaš i sur. 2015.*),  
TZ Mali Lošinj,  
Građevinski fakultet u Rijeci (*DRINKADRIA, CC-WATERS*)





# EU-CIRCLE

A pan-European framework for strengthening  
Critical Infrastructure resilience to climate change

## Cilj projekta:

pripremiti platformu za povećanje otpornosti kritične infrastrukture (KI) na ekstremne vremenske događaje i moguće učinke buduće klime

*DHMZ voditelj zadatka 2.1 (koordinator dr.sc. B. Ivančan-Picek):*

## Pregled postojećih klimatskih informacija i podataka

*Pregled raspoloživih vremenskih i klimatskih podataka, mogućnosti klimatskih i prognostičkih modela te njihove mogućnosti i ograničenja na različitim prostornim i vremenskim skalama za potrebe procjene potencijalnih ugroza na KI.*

hrvatski partneri:

DUZS,

Veleučilište Velika Gorica



## *Više informacija:*

<http://klima.hr/klima.php?id=k5>

<http://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/klimatologija/care>

<http://www.euro-cordex.net>

[http://www.eu\\_circle.eu](http://www.eu_circle.eu)

## *Hvala na pažnji!*



*Svjetski meteorološki dan*  
Zagreb, 23. ožujka 2016.