



Prijelazni instrument
Europske unije za Hrvatsku

STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

*Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike
za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema
Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama*

www.prilagodba-klimi.hr



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE

eptisa
Adria d.o.o.



Prijelazni instrument, Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama

Klima i klimatsko modeliranje

Čedo Branković

cedo.brankovic@cirus.dhz.hr

Zagreb, 22. veljače 2017. (Upravljanje rizicima)



Sadržaj

1. Klima i klimatske promjene
2. Opažene klimatske promjene, klimatska varijabilnost i ekstremi
3. Klimatski modeli i modeliranje klime
4. Neki rezultati klimatskog modeliranja



Zagreb, Savska cesta, 1964

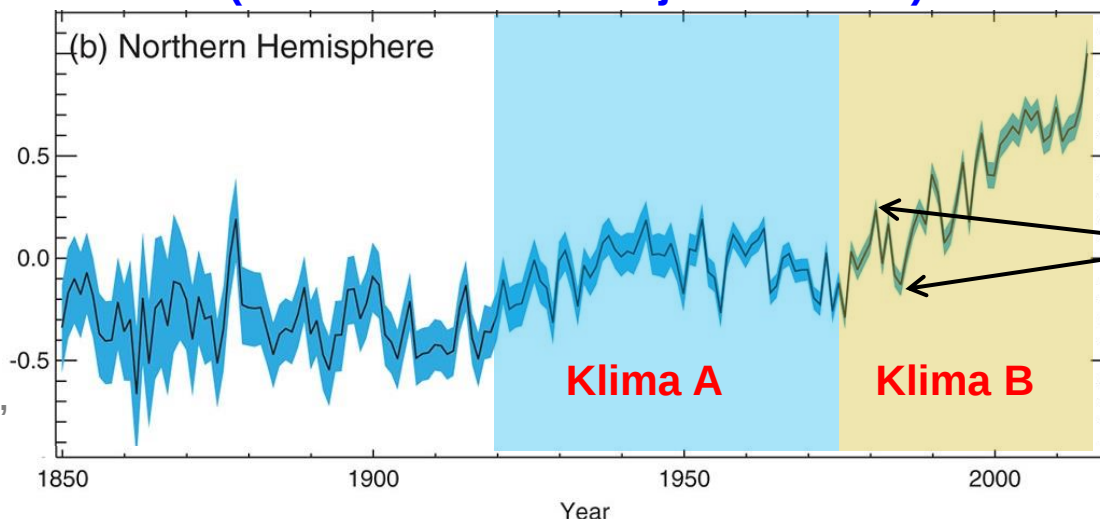


Klima

- * **Klima** nekog područja definirana je kao skup **srednjih ili očekivanih** vrijednosti meteoroloških elemenata i pojava **u duljem razdoblju** (osrednjeno vrijeme)
- * Klima je samo **“vanjska”** manifestacija klimatskih procesa, dinamike i međudjelovanja komponenata klimatskog sustava: atmosfera, oceani, ledeni pokrov, tlo, vegetacija, ...
- * Klima se klasificira prema vrijednostima **srednjaka** i tipičnog **raspona** vrijednosti klimatskih elemenata → kontinentalna, planinska, primorska, oceanska, pustinjska, tropska, monsunaska, arktička, itd.
- * **Na klimu utječu:** Sunčevo, Zemljino i atmosfersko zračenje, oceanske i zračne struje, zemljopisna širina, razdioba kopna i mora, reljef, nadmorska visina, udaljenost od mora ili većih vodenih površina, razdioba kopnenog i morskog leda, sastav tla, biljni pokrov, **djelovanje čovjeka**

Klimatska varijabilnost i klimatske promjene

Godišnje anomalije temperature na sjev. hemisferi
(u odnosu na razdoblje 1961-1990)



Klimatske
varijacije

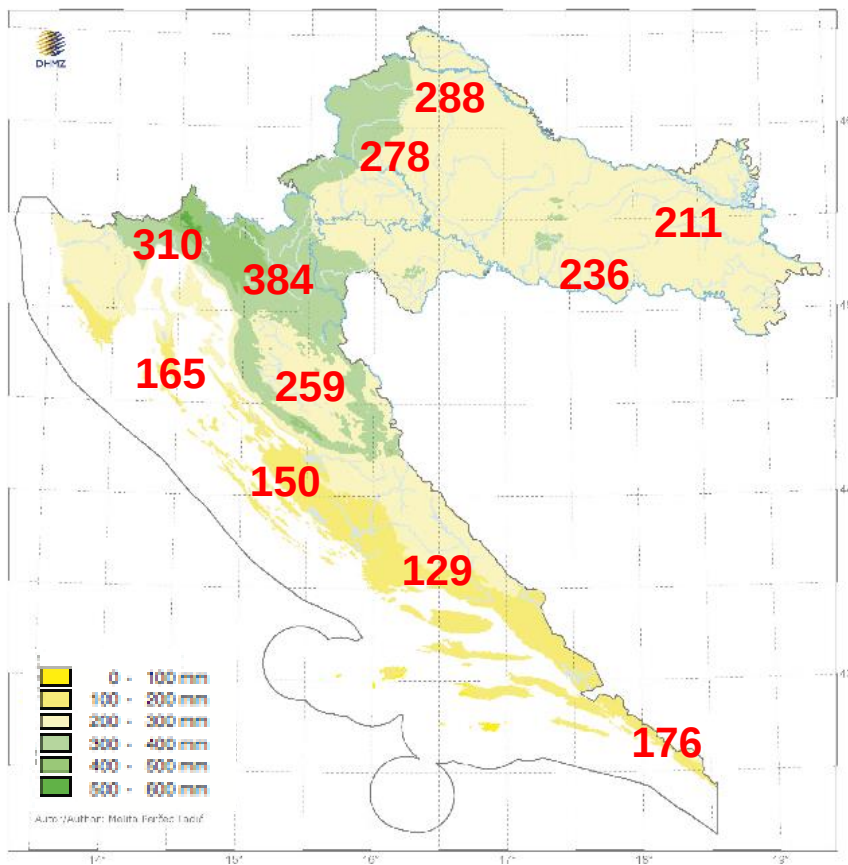
Izvor: Kennedy *et al.*,
(2016), Weather

- * **Klimatske varijabilnosti (varijacije)** su razlike u vrijednostima klimatskih elemenata unutar razdoblja koja su kraća od klimatskog razdoblja
- * Klimatske varijacije ne ukazuju da je došlo do klimatske promjene
- * **Klimatske promjene** su značajne i trajne promjene u statističkoj razdiobi vremenskih pojava (dekade do milijuni godina)



Klima Hrvatske za razdoblje 1961-1990

Srednja količina oborine u ljetu



Izvor: Zanimović i sur., Atlas klime Hrvatske (2008, DHMZ)



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



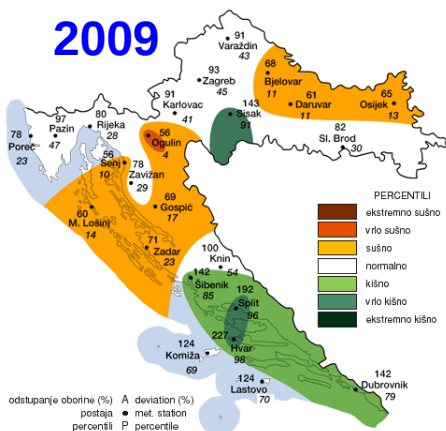
eptisa
Adria d.o.o.

Klimatska varijabilnost

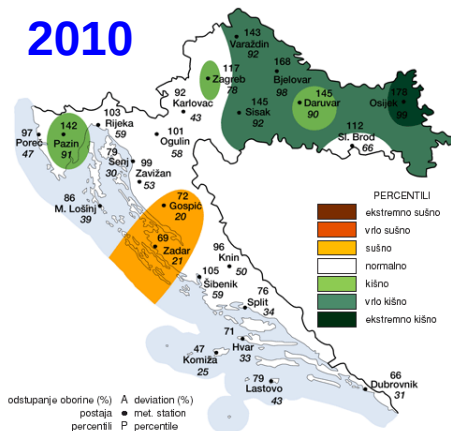
Ljetna oborina u Hrvatskoj 2009-2016



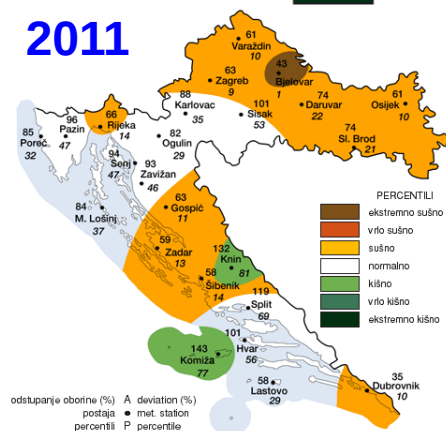
2009



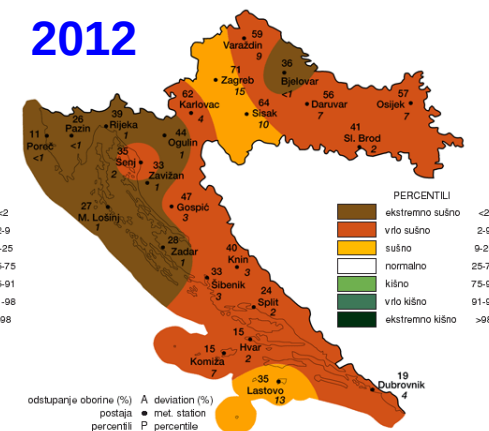
2010



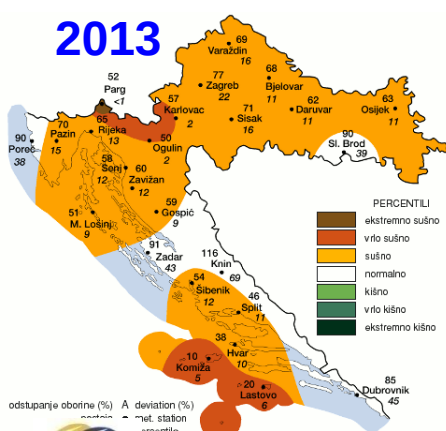
2011



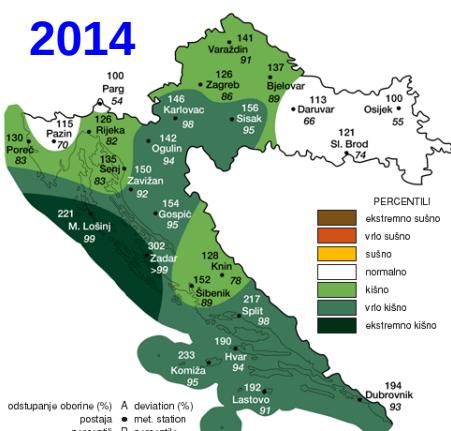
2012



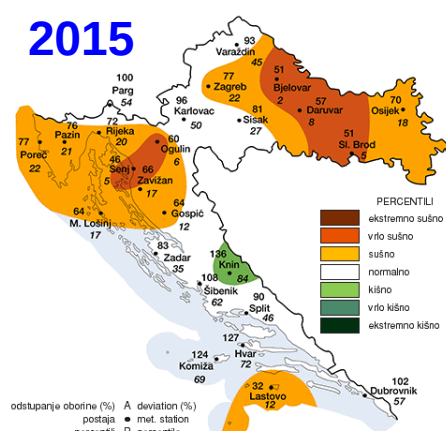
2013



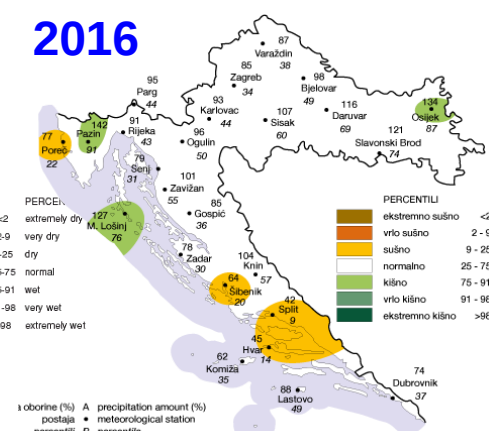
2014



2015



2016

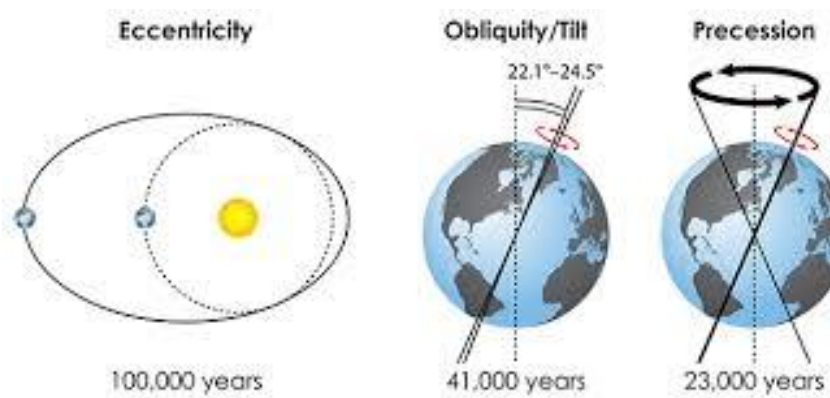


DHMZ

Klimatske promjene

* **Uzroci klimatskih promjena** su promjene u energetskej ravnoteži Zemlje

* **Prirodni uzroci:** varijacije u sunčevom zračenju
varijacije u rotaciji i orbiti Zemlje
vulkanske erupcije ...



* **Ljudski utjecaj:** deforestacija
korištenje zemljišta
izgaranje fosilnih goriva ...

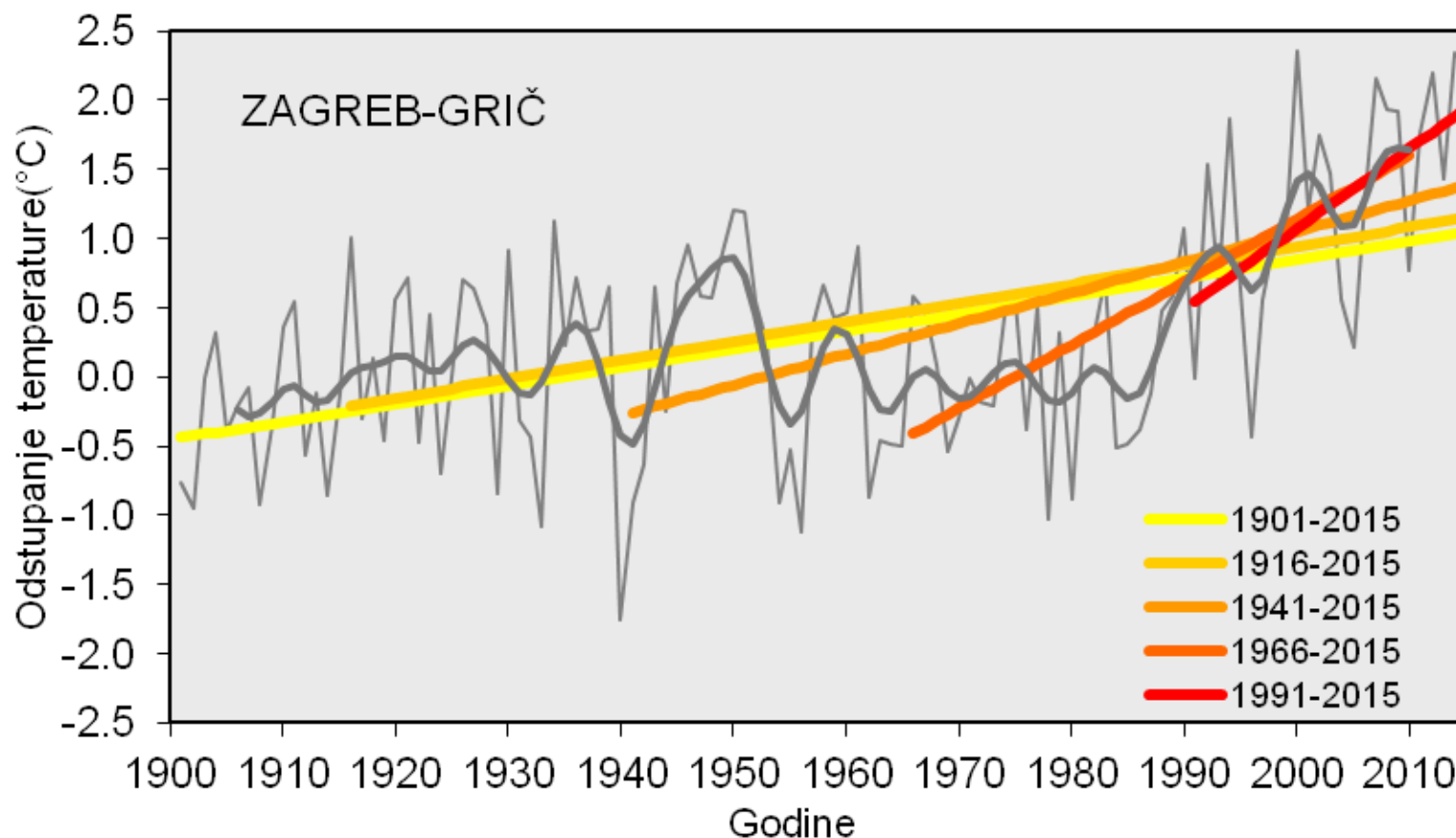
Izvor: uk.pinterest.com/explore/milankovitch-cycles/

Zbog ljudskog utjecaja dolazi do povećanje razine plinova staklenika, aerosola, promjene u ozonskom omotaču, ...



Opažene klimatske promjene (Zagreb-Grič)

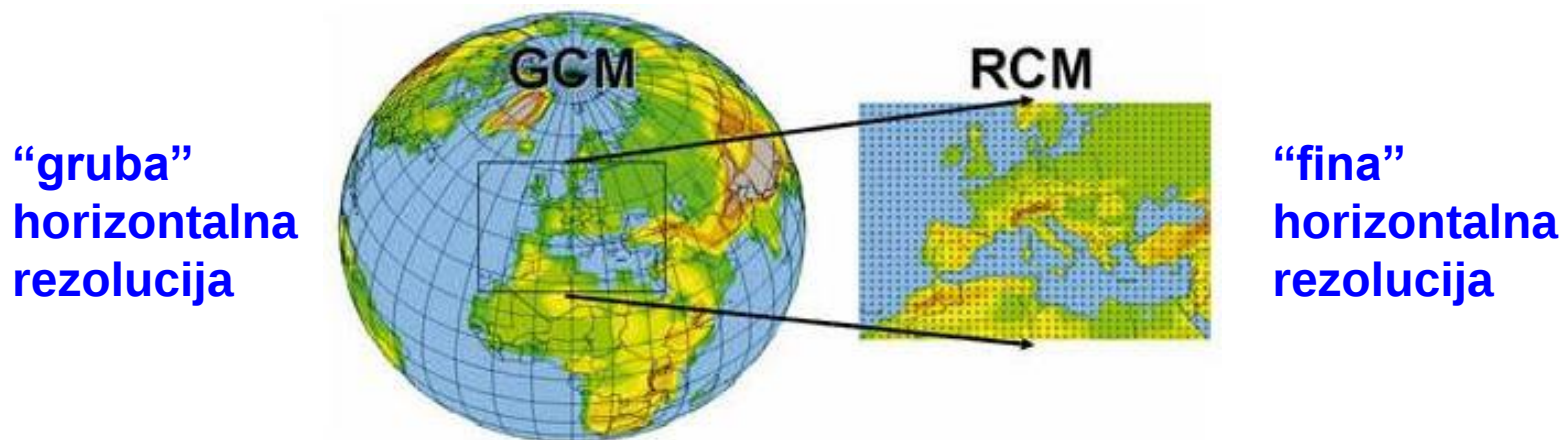
Odstupanja godišnje temperature u odnosu na razdoblje 1961-1990



Autor: K. Zaninović (DHMZ)

Modeliranje klime i klimatskih promjena - Klimatski modeli

- * Atmosfera je fluid u kojem vladaju zakoni fizike koji se mogu opisati matematičkim jednažbama
- * Primjena skupa takvih jednadžbi u praksi naziva se **model atmosfere**
- * Klimatski modeli mogu biti **globalni (GCM)** ili **regionalni (RCM)**

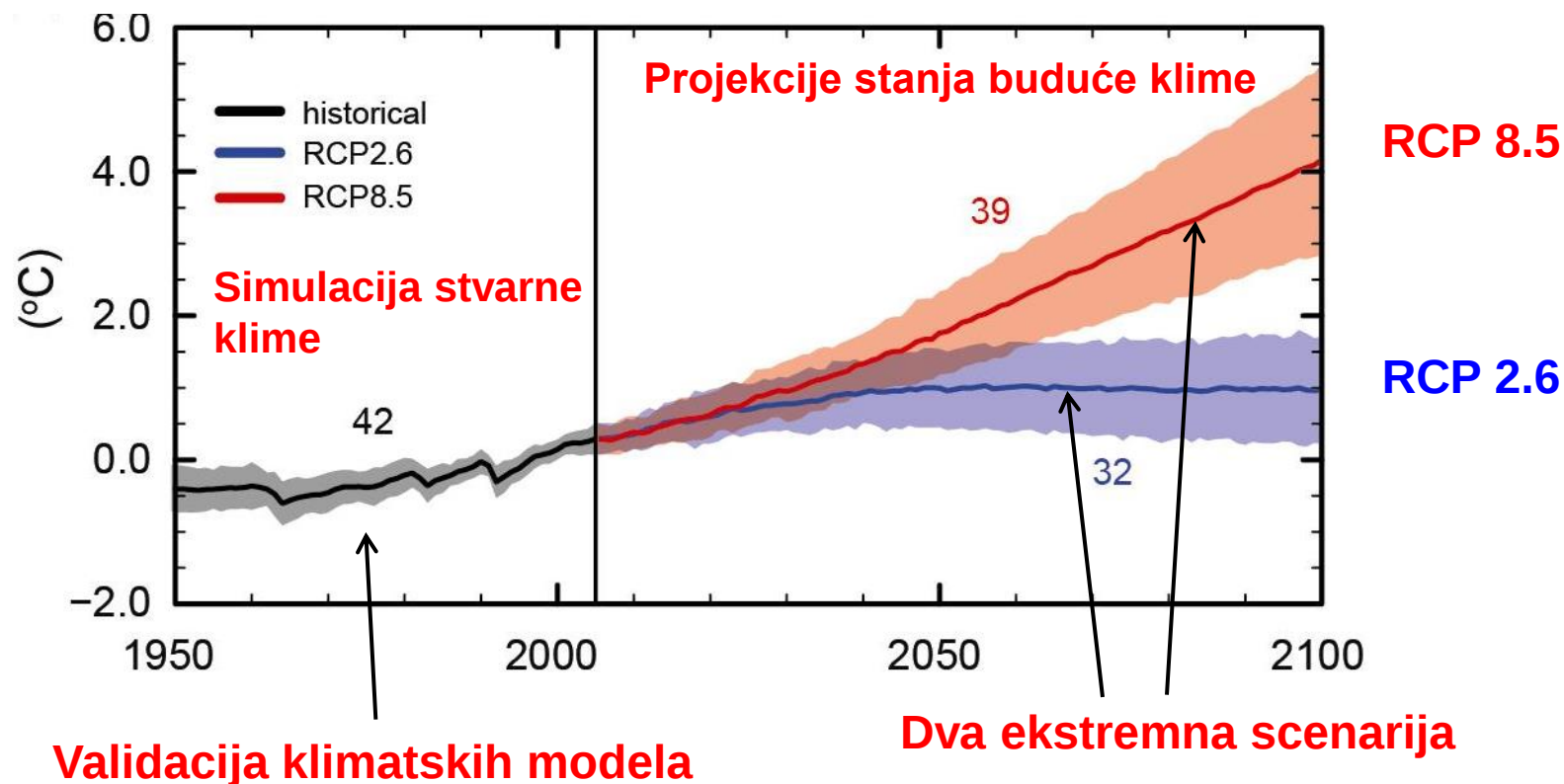


- * Zbog razmjerno grube rezolucije (150-250 km) **globalni modeli su neprikladni za istraživanje klime na lokalnim i regionalnim skalama**
- * RCM “ugniježđeni” u GCM: dobivaju početne i rubne uvjete od globalnih modela – **dinamička prilagodba (downscaling)**



Modeliranje klime i klimatskih promjena - Scenariji

Globalna promjena srednje temperature



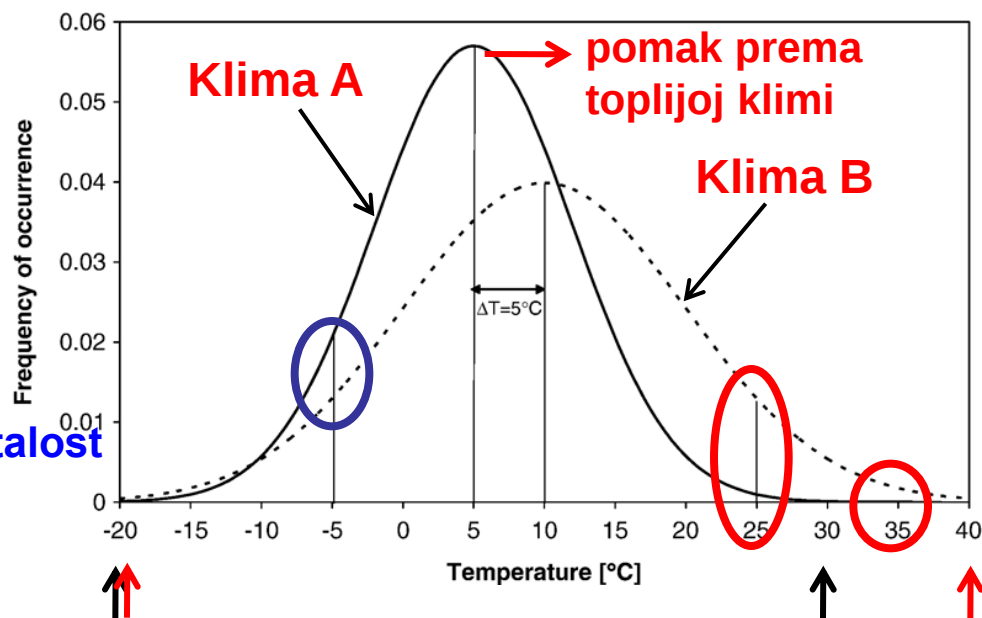


Klimatske promjene i ekstremni događaji

* Učestalost nekog događaja (primjer za **temperaturu zraka**)

Promjena učestalosti događaja uz
povećanu klimatsku varijabilnost

u klimi B
smanjuje se učestalost
hladnih ekstrema



u klimi B
povećava se učestalost
toplih ekstrema

Izvor: Beniston & Goyette, Global and Planetary Change (2007)



Modeliranje klime i klimatskih promjena – „VELEbit”

- * Buduće stanje atmosfere (prognoza vremena, projekcije buduće klime) izračunava se pomoću atmosferskih (klimatskih) modela na **super-računalima** (HPC)
- * Regional Climate Model – **RegCM** (na DHMZ-u od 2003)
- * Super-računalo (klaster) **VELEbit** (SRCE):
 - 64 radna čvora s ukupno 1792 procesorske jezgre
 - 6 spremišnih čvorova
 - 220 TB standardnog spremišta
 - 12 TB brzog spremišta (SSD diskovi)
 - 44.4 TFLOPS-a
 - potrošnja energije 28 kW
- * **DHMZ tim** – Ivan Güttler, Lidija Srnec, Tomislav Stilinović





REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

Temperatura zraka

RegCM, 50 km, RCP4.5 (srednjak ansambla)

P0=1971-2000, P1=2011-2040, P2=2041-2070

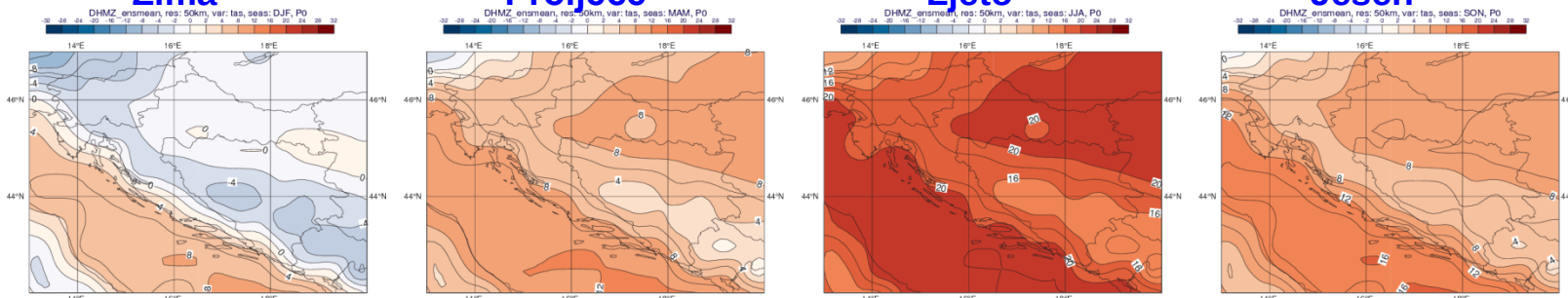
Zima

Proljeće

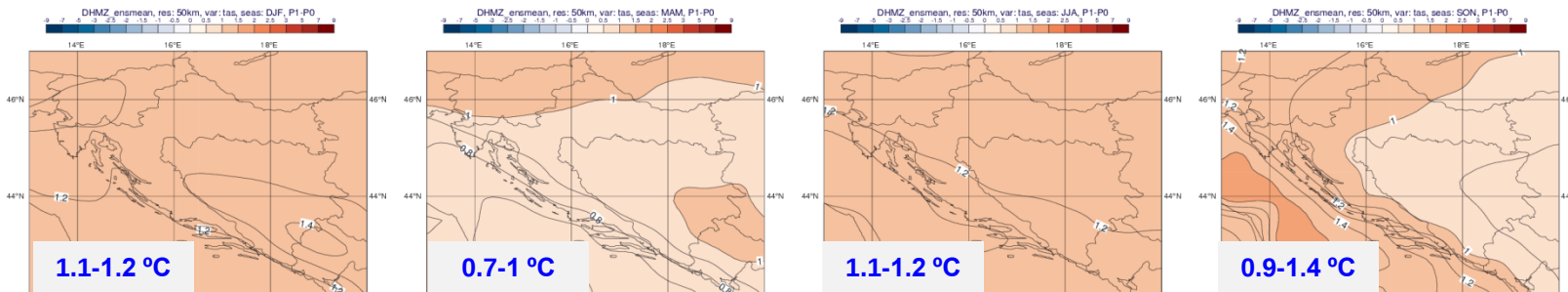
Ljeto

Jesen

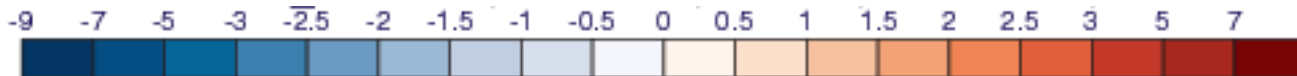
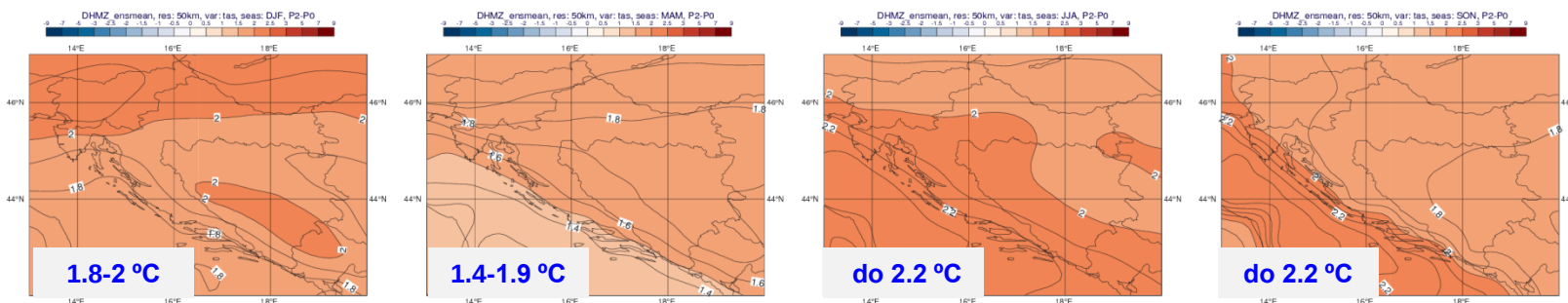
P0



P1



P2





Temperatura 90-ti percentil (RegCM, 50 km, RCP4.5 (individualne integracije))

P0=1971-2000, P1=2011-2040, P2=2041-2070

90 pc	Zima			Proljeće			Ljeto			Jesen		
ZG	P0	P1	P2	P0	P1	P2	P0	P1	P2	P0	P1	P2
Cm	0.4	1.6	2.6	8.6	8.7	8.8	18.8	19.7	21.2	8.9	9.3	11.0
EC	1.6	1.7	2.2	9.0	8.7	10.4	21.4	21.7	22.9	10.1	11.2	11.6
MPI	1.7	2.9	3.4	9.9	11.6	11.6	21.6	23.0	24.1	11.1	11.5	12.3
Had	0.4	2.3	3.8	10.3	11.6	12.9	23.3	26.6	26.2	10.7	13.4	14.3

Narandaste kućice znače da će u budućim klimama (P1 i P2) ekstremi biti veći nego u referentnoj klimi (P0), a plave kućice znače da će biti manji.



Oborine 90-ti percentil (RegCM, 50 km, RCP4.5 (individualne integracije))

P0=1971-2000, P1=2011-2040, P2=2041-2070

90 pc	Zima			Proljeće			Ljeto			Jesen		
ZG	P0	P1	P2	P0	P1	P2	P0	P1	P2	P0	P1	P2
Cm	234	279	270	243	252	261	297	261	270	333	306	288
EC	270	279	324	288	315	315	189	225	189	252	243	297
MPI	252	288	315	297	297	279	243	171	207	261	270	279
Had	270	243	288	252	261	207	144	144	117	261	225	243

Narandžaste kućice znače da će u budućim klimama (P1 i P2) ekstremi biti veći nego u referentnoj klimi (P0), a plave kućice znače da će biti manji.



Prijelazni instrument
Europske unije za Hrvatsku

STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

*Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike
za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema
Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama*

www.prilagodba-klimi.hr



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE

eptisa
Adria d.o.o.