



Prijelazni instrument
Europske unije za Hrvatsku

STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

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

www.prilagodba-klimi.hr



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE

eptisa
Adria d.o.o.



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

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

Klima i klimatsko modeliranje

Čedo Branković

cedo.brankovic@cirus.dhz.hr

Osijek, 16. studeni 2016.

Ovaj projekt financira Europska unija

Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.



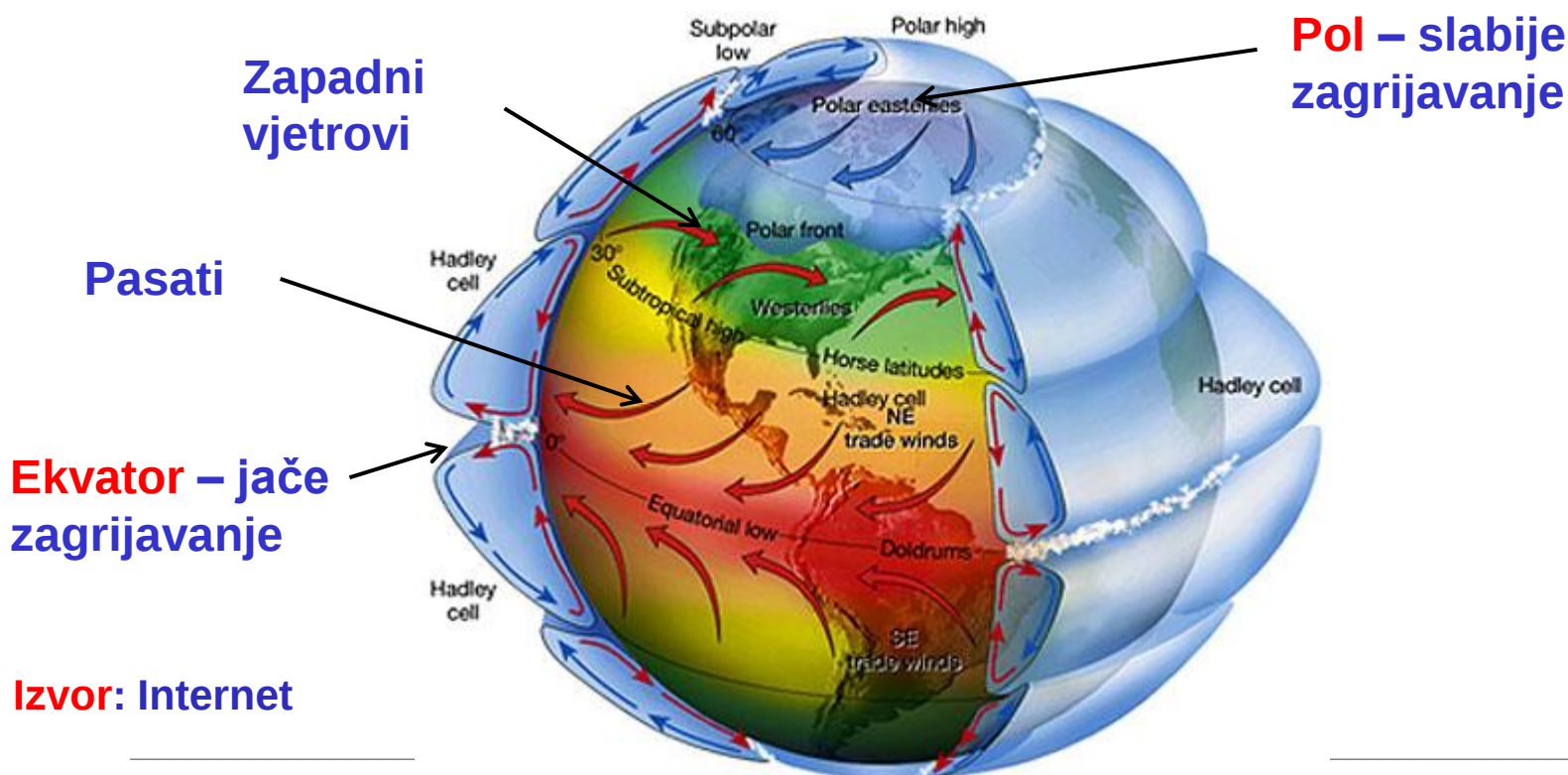
Sadržaj

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



Klima

- * Klima planeta Zemlje ovisi o **sunčevoj energiji**
- * Atmosfera i oceani raspodjeljuju sunčevo zagrijavanje od ekvatora prema polovima i od površine i niže atmosfere natrag u svemir



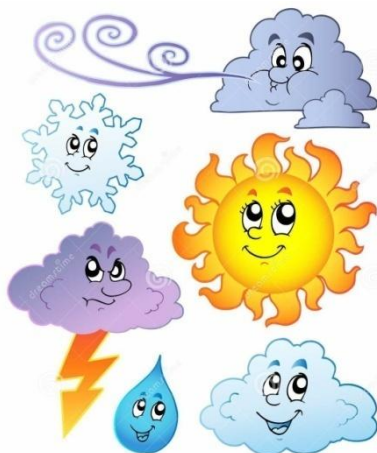
Izvor: Internet

Ovaj projekt financira Europska unija

Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.

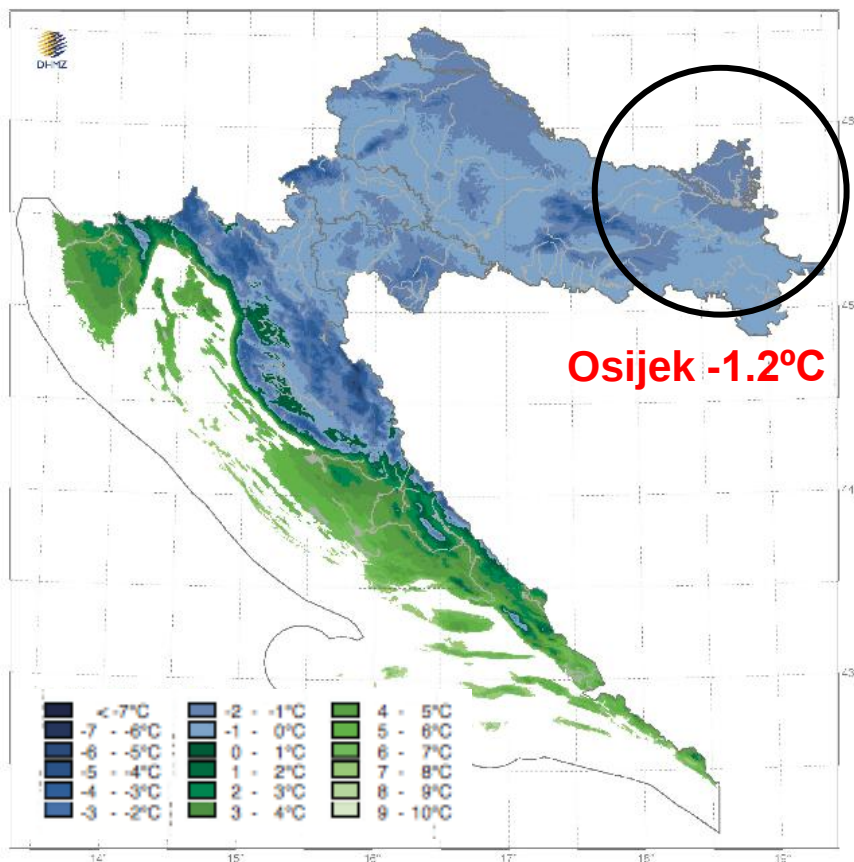
Klima

- * **Klima** nekog područja u nekom razdoblju opisana je **očekivanim vrijednostima** meteoroloških elemenata
- * Klima je samo **“vanjska”** manifestacija klimatskih procesa, dinamike i međudjelovanja komponenata klimatskog sustava: atmosfera, oceani, ledeni pokrov, tlo, vegetacija, ...
- * **Elementi klime:** sunčevo zračenje, temperatura zraka, tlak, smjer i brzina vjetrova, vlažnost, naoblaka, oborina, isparavanje, snježni pokrivač, ...

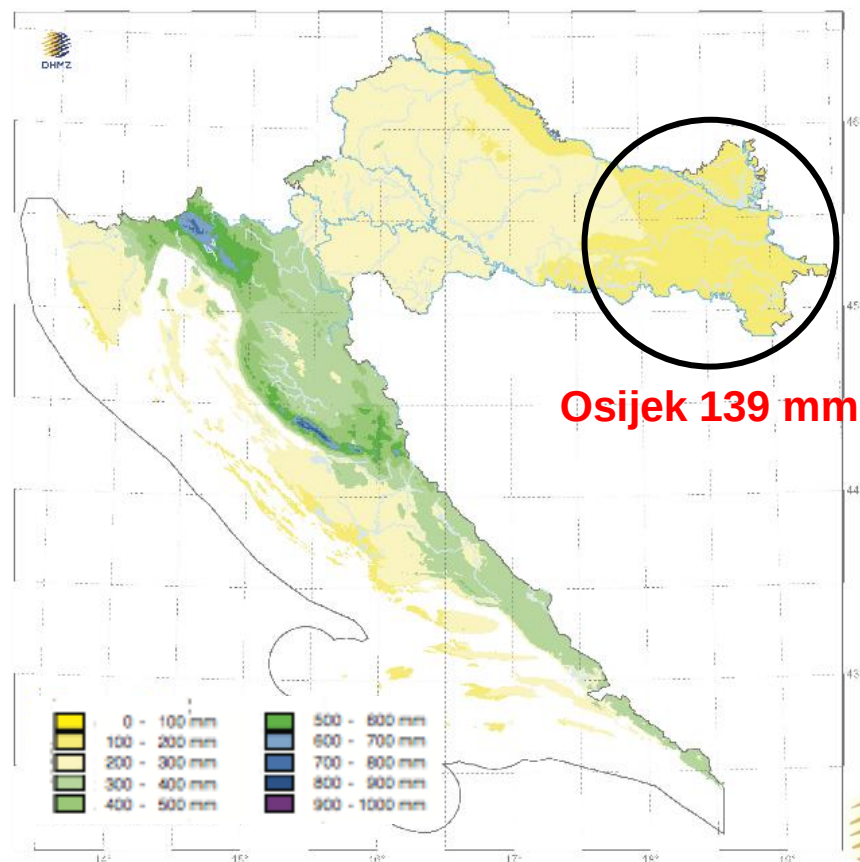


Lokalna klima za razdoblje 1961-1990

Srednja temperatura u siječnju



Srednja količina oborine u proljeće



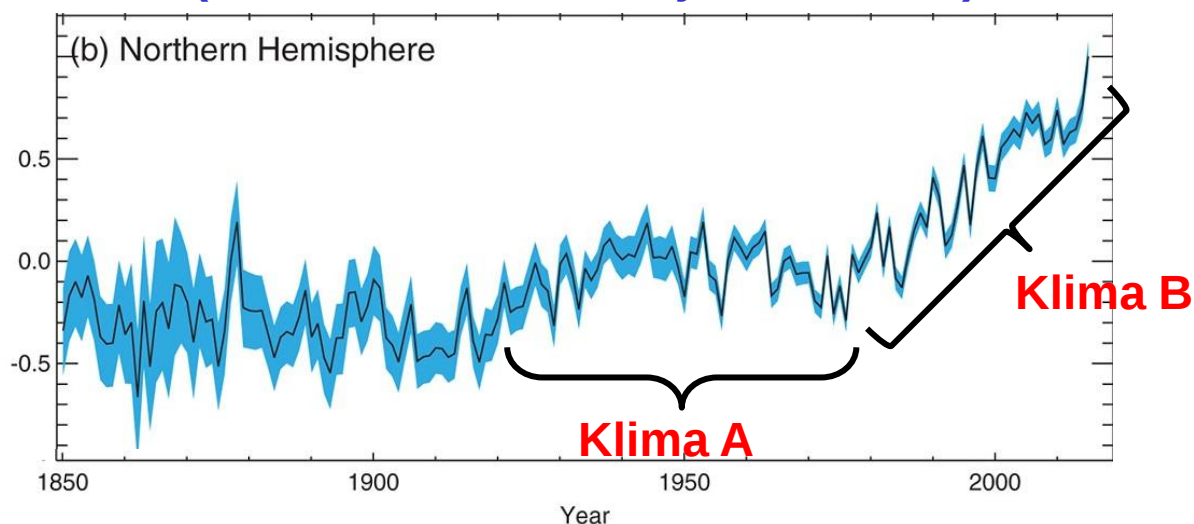
Izvor: Zaninović i sur. Atlas klime Hrvatske (DHMZ)

Klimatske promjene

* **Klimatske promjene** su značajne i trajne promjene u statističkoj razdiobi vremenskih pojava (dekade do milijuni godina)

Opažene klimatske promjene

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

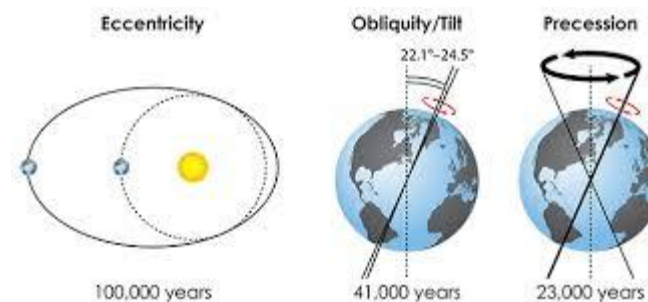


Izvor: Kennedy i sur. (Weather 2016)

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: Internet

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



Lokalna klima: opažene promjene 1961-1990 i 1971-2000

Osijek		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Z	P	Lj	J	G
t (°C)	1961-1990	-1.2	1.6	6.1	11.3	16.5	19.5	21.1	20.3	16.6	11.2	5.4	0.9	0.4	11.3	20.3	11.1	10.8
	1971-2000	-0.2	1.8	6.4	11.2	16.7	19.7	21.3	20.8	16.5	11.0	5.1	1.2	0.9	11.5	20.6	10.9	11.0
tmax (°C)	1961-1990	2.3	5.9	11.9	17.5	22.5	25.4	27.4	27.1	23.7	17.9	10.0	4.2	4.3	17.3	26.6	17.2	16.3
	1971-2000	3.3	6.5	12.3	17.2	22.6	25.6	27.6	27.5	23.4	17.4	9.4	4.7	4.8	17.4	26.9	16.7	16.5
tmin (°C)	1961-1990	-4.6	-2.1	1.0	5.6	10.3	13.5	14.7	14.2	10.9	5.9	1.8	-2.0	-2.9	5.6	14.1	6.2	5.8
	1971-2000	-3.3	-2.1	1.3	5.5	10.5	13.6	14.8	14.5	10.8	6.1	1.6	-1.7	-2.4	5.7	14.3	6.2	6.0
R (mm)	1961-1990	46.9	40.2	44.8	53.8	58.5	88.0	64.8	58.5	44.8	41.3	57.3	51.6	139	157	211	143	650
	1971-2000	41.4	35.1	40.5	51.0	59.2	82.0	65.4	61.9	51.0	56.6	61.7	49.1	126	151	209	169	655
Rd≥0.1 mm (d)	1961-1990	11.8	11.6	11.7	13.1	13.5	13.9	10.6	10.2	8.7	9.2	11.9	13.5	37.0	38.2	34.6	29.8	140
	1971-2000	11.3	10.6	11.2	13.0	13.3	13.4	10.6	9.9	9.4	10.5	11.7	12.3	34.2	37.5	33.9	31.6	137
mráz (d)	1961-1990	7.0	7.6	7.4	2.1	0.1				0.2	4.7	7.5	9.0	23.6	9.6		12.4	45.6
	1971-2000	9.5	10.0	9.7	2.4	0.1				0.1	5.1	7.9	10.9	30.4	12.2		13.0	55.6
p (hPa)	1961-1990	1009	1007	1006	1003	1004				1008	1009	1008	1008	1008	1004		1008	1006
	1971-2000	1010	1008	1006	1002	1004				1007	1009	1008	1009	1009	1004		1008	1006

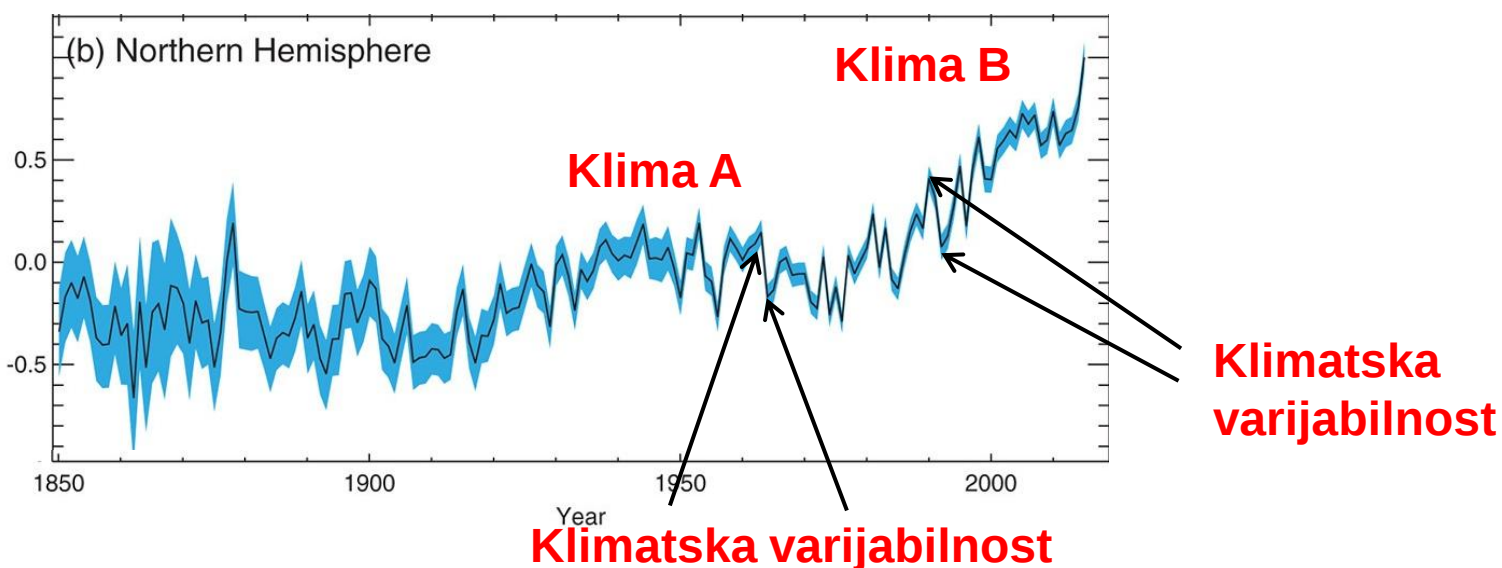
Izvor: Zaninović i sur. Atlas klime Hrvatske (DHMZ)

Ovaj projekt financira Europska unija

Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.

Klima i klimatska varijabilnost

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

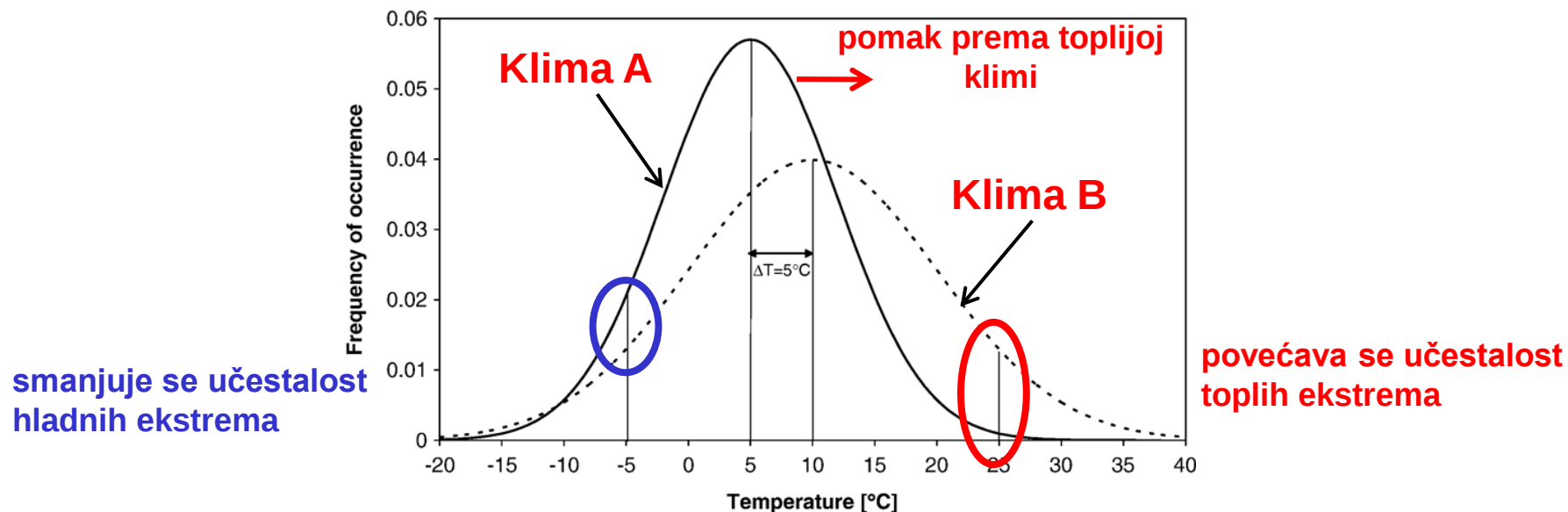


- * Klimatska varijabilnost je **superponirana** na dugoročnu evoluciju klime
- * Zbog prirodne klimatske varijabilnosti detekcija klimatske promjene u nekom kraćem razdoblju je otežana

Klimatske promjene i ekstremni događaji

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

Pomak u učestalosti događaja uz
povećanu klimatsku varijabilnost

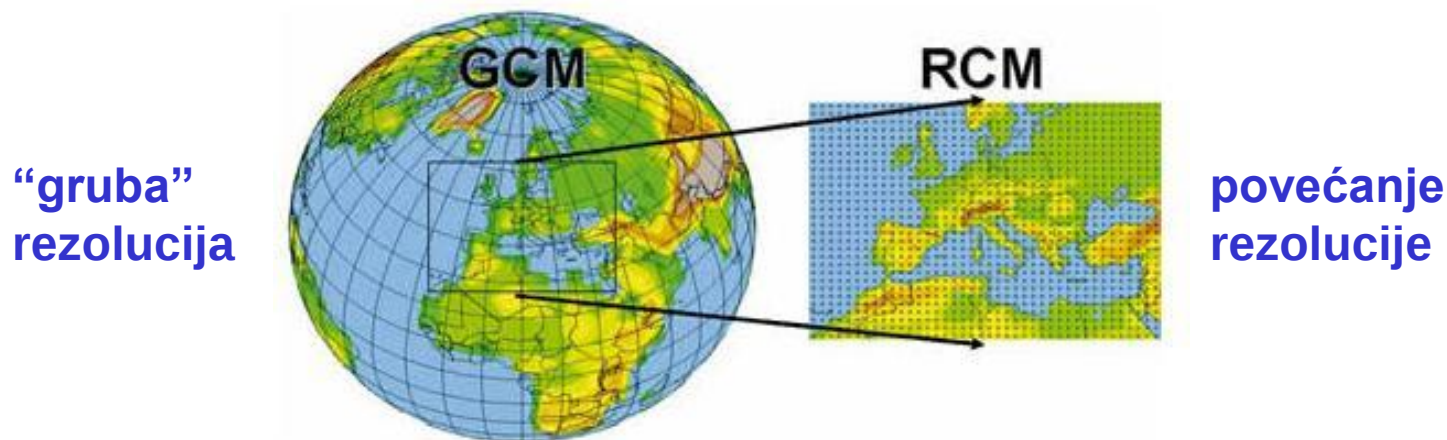


Izvor: Beniston & Goyette, Global and Planetary Change (2007)

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)



Modeliranje klime i klimatskih promjena

Klimatski modeli

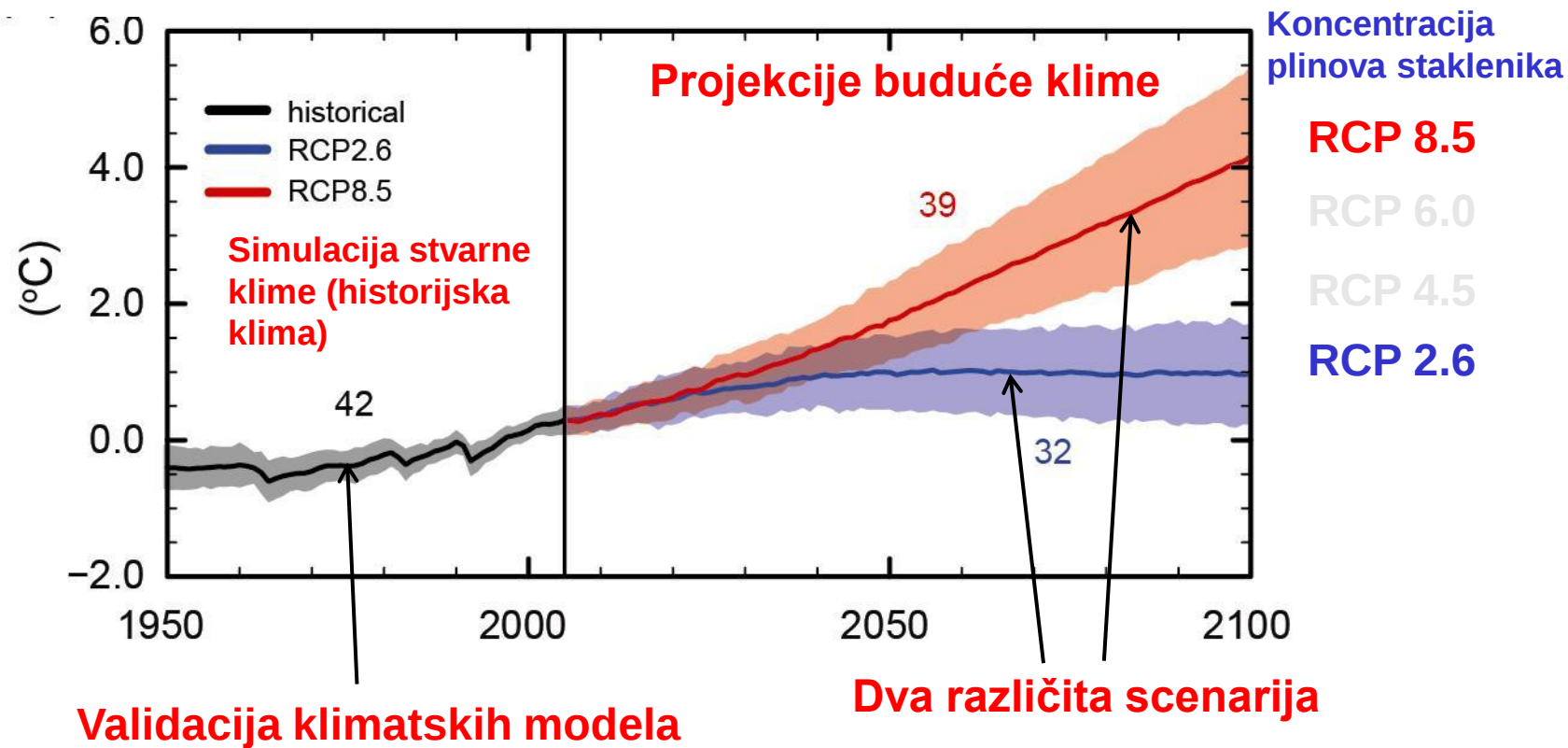
- * Zbog razmjerno grube rezolucije (150-250 km) **globalni modeli su neprikladni za istraživanje klime na lokalnim i regionalnim skalama**
- * Regionalni klimatski modeli dobivaju početne i rubne uvjete od globalnih modela – dinamička prilagodba (*downscaling*)
- * Buduće stanje atmosfere (prognoze vremena, projekcije buduće klime) izračunava se pomoću atmosferskih (klimatskih) modela na **super-računalima (HPC)**

Cray u Stuttgartu



Modeliranje klime i klimatskih promjena

Globalna promjena srednje temperature



Izvor: IPCC 2013

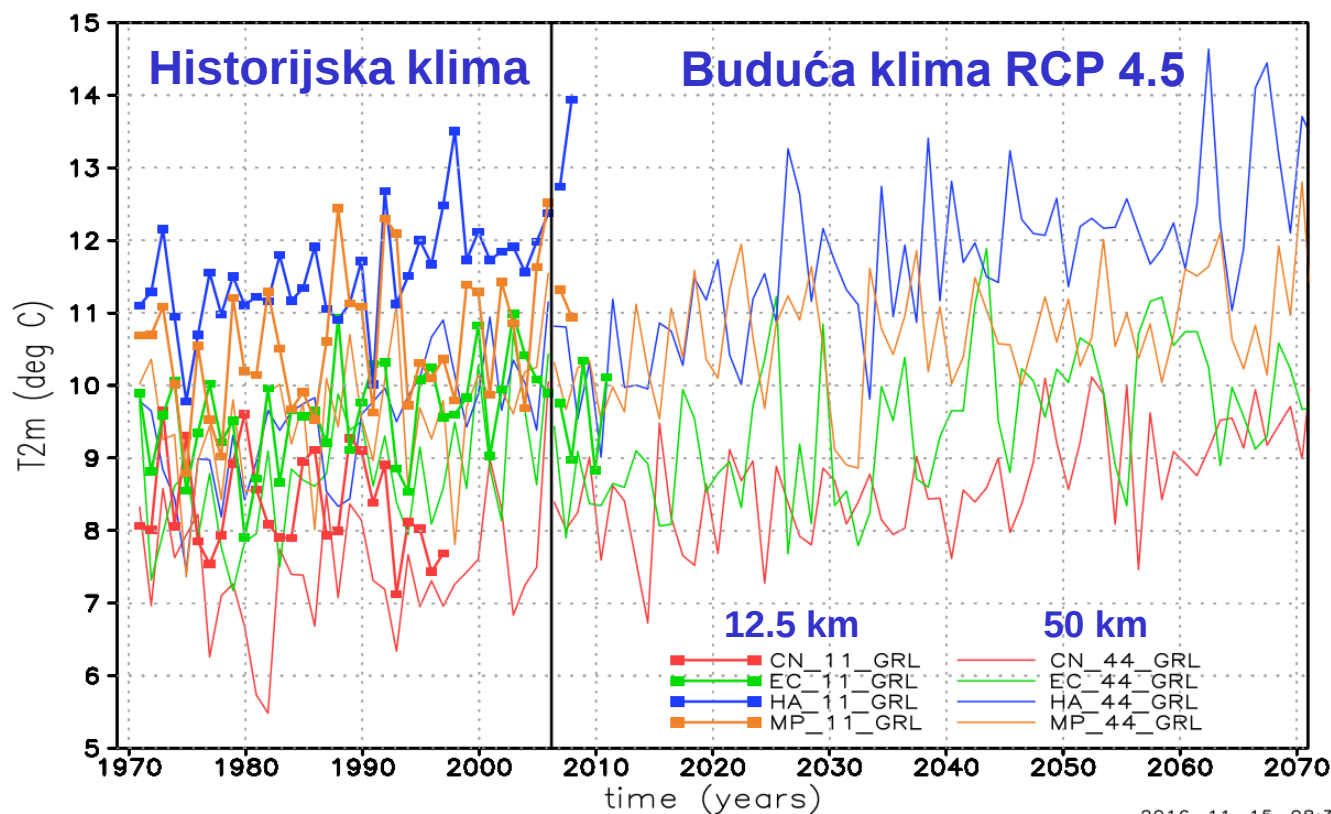
Ovaj projekt financira Europska unija

Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.



Modeliranje klime i klimatskih promjena

Regional climate model (RegCM) i VELEbit HPC (SRCE)





Modeliranje klime i klimatskih promjena

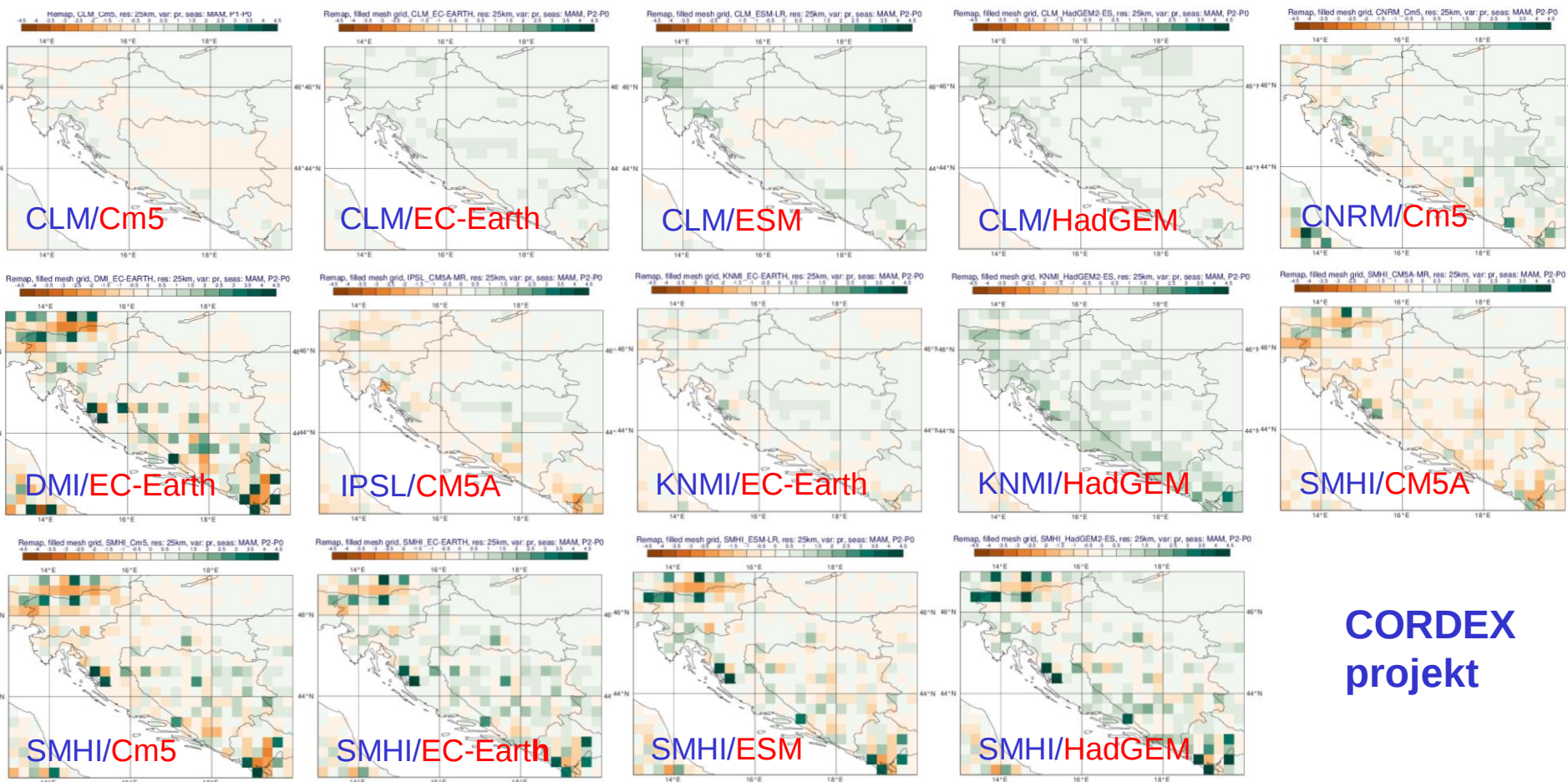
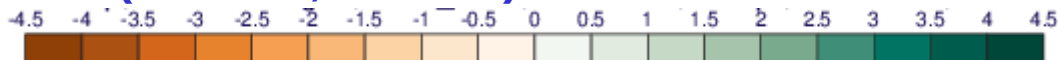
- * Klimatski modeli su jedini “alat” kojim možemo **predvidjeti** buduće klimatske promjene
- * Uz modeliranje klime i klimatskih promjena vezane su mnoge **neizvjesnosti** (nesigurnosti)
 - **prirodna varijabilnost klimatskog sustava**
 - **nesavršenost klimatskih modela**
 - **nepoznavanje buduće koncentracije plinova staklenika - RCP2.6, 4.5, 6.0, 8.5**
- * Neizvjesnost u klimatskom modeliranju može se ublažiti višestrukim ponavljanjem simulacija: više modela
više scenarija
više različitih početnih uvjeta

Ansambl (*ensemble*) simulacija i raspon mogućih stanja buduće klime



Promjena proljetne (MAM) oborine: P2-P0 (P0=1971-2000, P2=2041-2070)

Individualni modeli (12.5 km, RCP4.5)



**CORDEX
projekt**

Ovaj projekt financira Europska unija

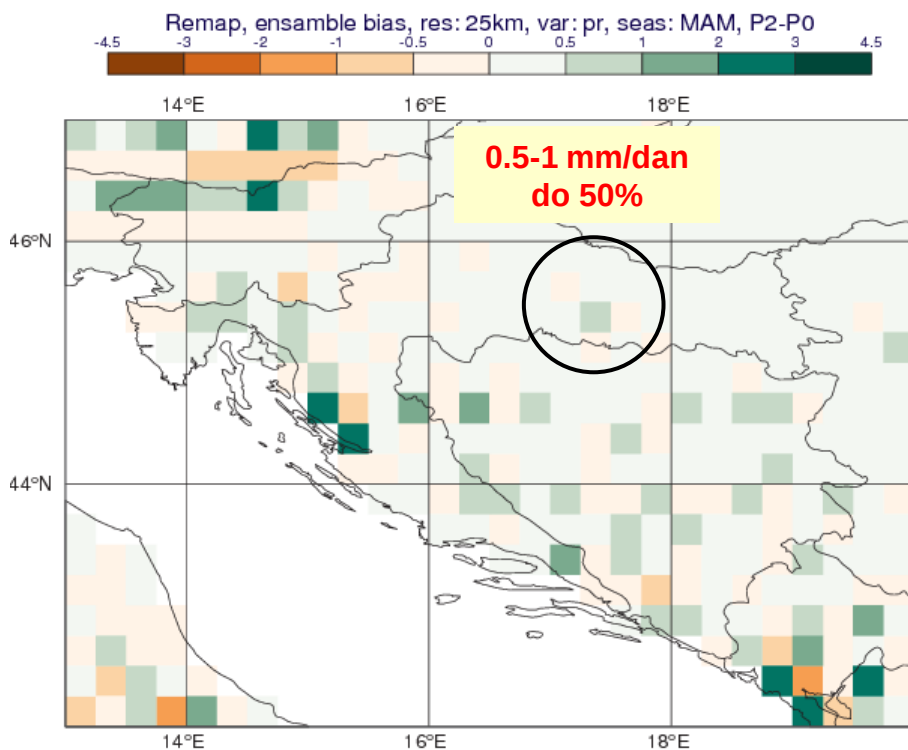
Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.



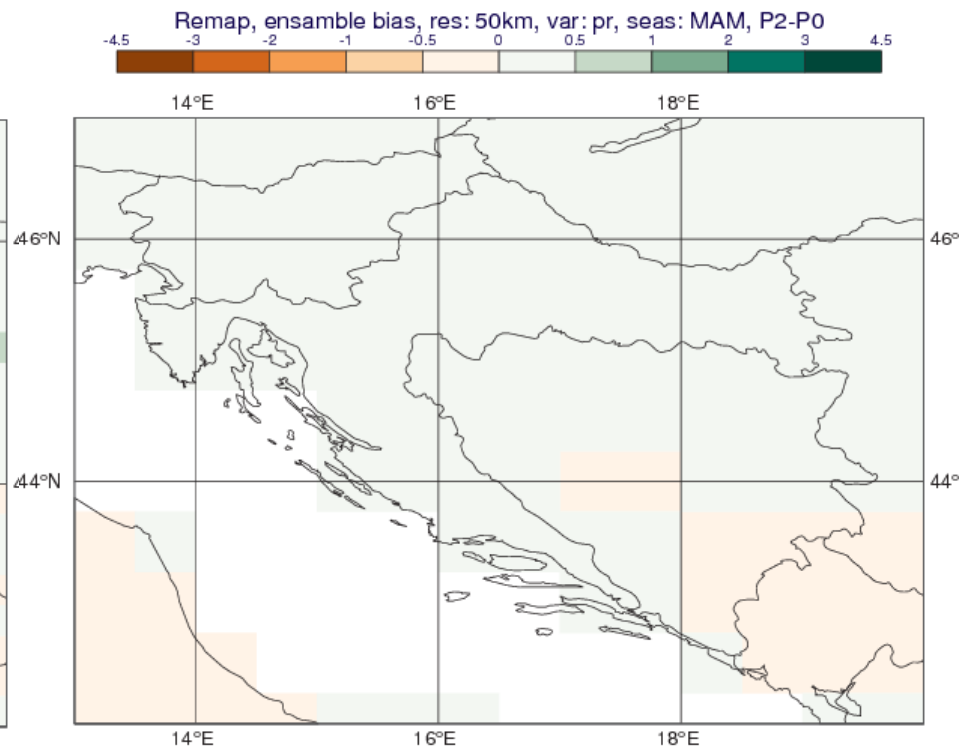
Promjena proljetne (MAM) oborine: P2-P0 P0=1971-2000, P2=2041-2070

Srednjak ansambla

12.5 km



50 km



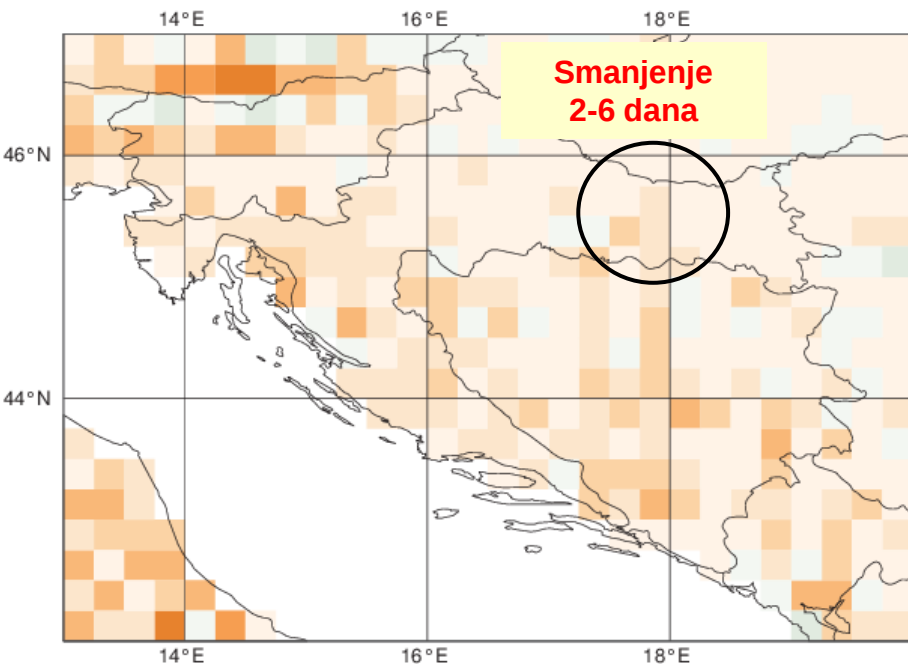


Promjena broja (MAM) dana s oborinom: P2-P0 P0=1971-2000, P2=2041-2070

Srednjak ansambla

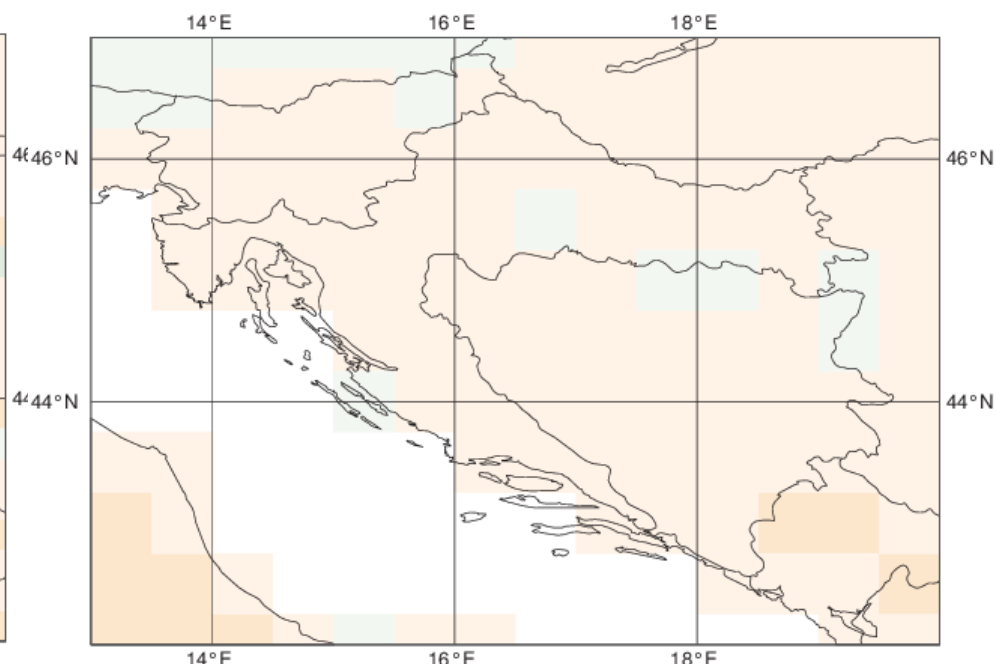
12.5 km

Remap, filled mesh grid, ensemble, res: 25km, var: pd1, seas: MAM, P2-P0



50 km

Remap, filled mesh grid, ensemble, res: 50km, var: pd1, seas: MAM, P2-P0

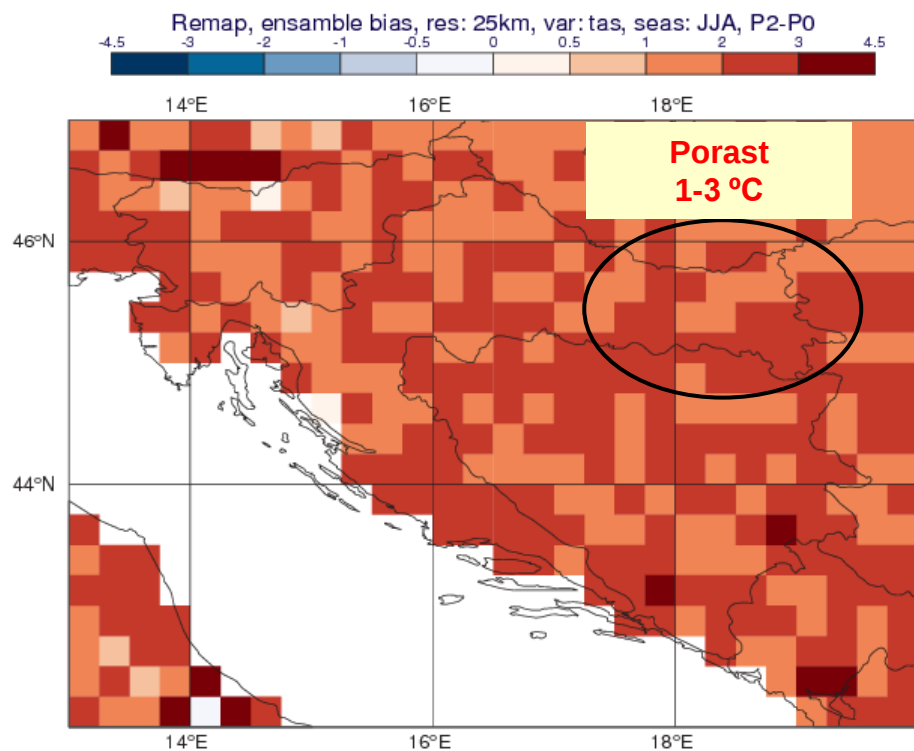




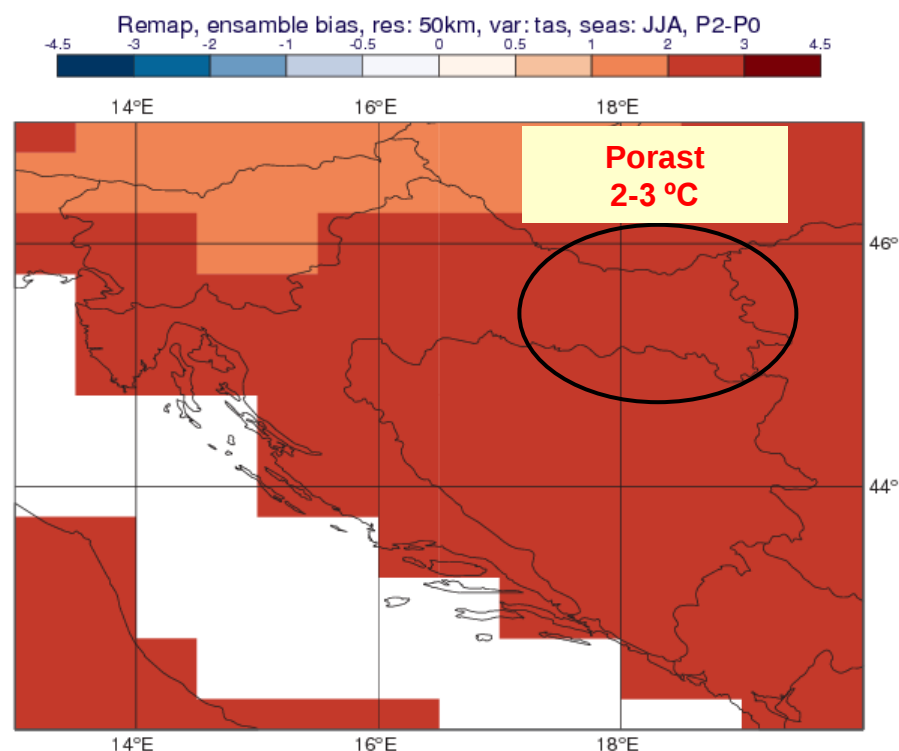
Promjena ljetne(JJA) temperature: P2-P0 P0=1971-2000, P2=2041-2070

Srednjak ansambla

12.5 km



50 km



Promjena broja dana s $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$

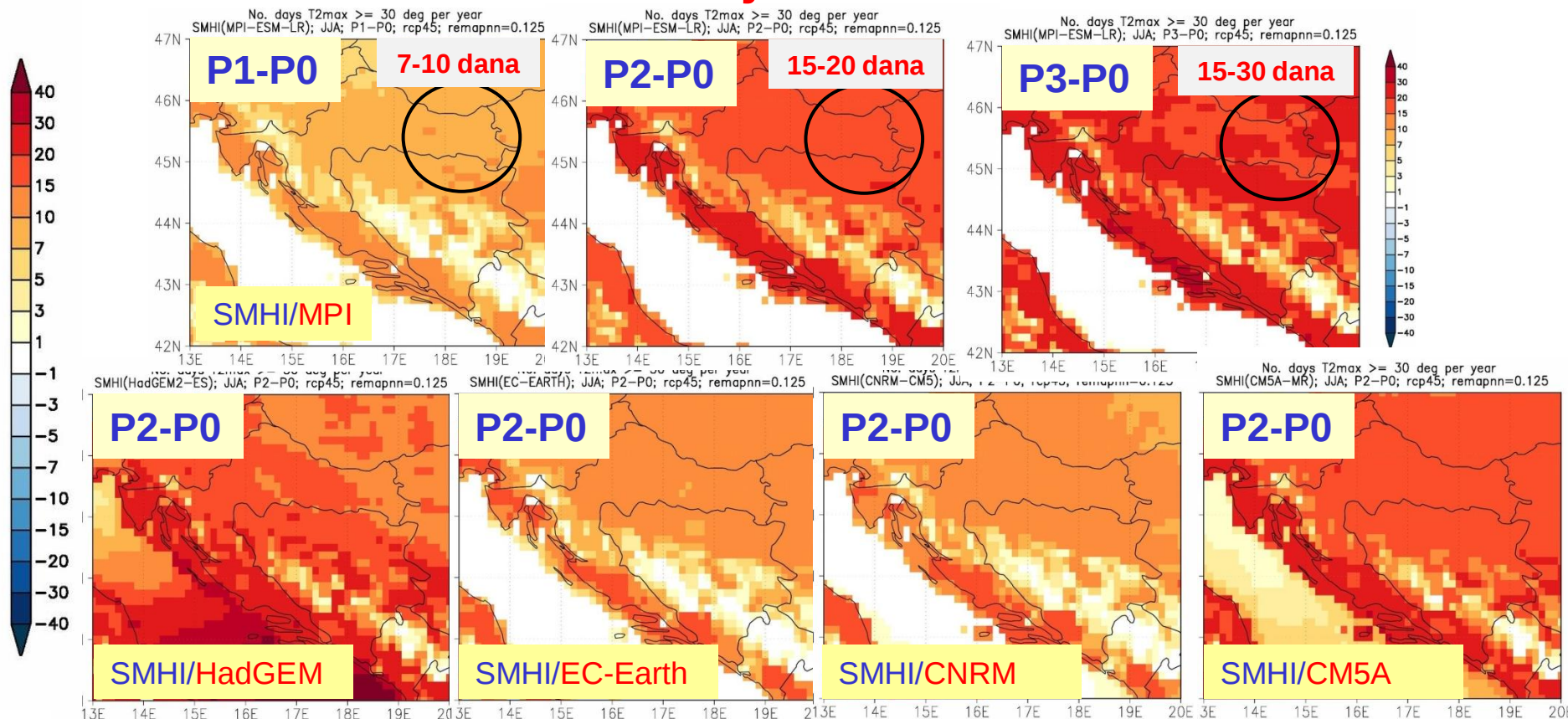
P0 = 1971-2000

P1 = 2011-2040

P2 = 2041-2070

P3 = 2071-2100

Ljeto



Ovaj projekt financira Europska unija

Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.



Prijelazni instrument
Europske unije za Hrvatsku

STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

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

www.prilagodba-klimi.hr



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE

eptisa
Adria d.o.o.