



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



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

Gospić, 12. listopada 2016.

Ovaj projekt financira Europska unija

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



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



Sadržaj

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

Ovaj projekt financira Europska unija

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



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

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, ...

Ovaj projekt financira Europska unija

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



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

Klimatski sustav

- * Klima planeta Zemlje je sustav ovisan o **sunčevoj energiji**
- * Atmosfera i oceani raspodjeljuju sunčevo zagrijavanje istodobno:
 - horizontalno - od ekvatora prema polovima
 - vertikalno - od površine i niže atmosfere natrag u svemir
- * Zemljin **toplinski stroj**
- * Ukupni tok energije prema i iz Zemljinog sustava je **Zemljina energetska bilanca**

Ovaj projekt financira Europska unija

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



Klimatske promjene

- * **Klimatske promjene** su značajne i trajne promjene u statističkoj razdiobi vremenskih pojava (dekade do milijuni godina)
- * **Uzroci klimatskih promjena** su **promjene u energetskej ravnoteži Zemlje**
 - **prirodni uzroci:** varijacije u sunčevom zračenju, varijacije u orbiti Zemlje, vulkanske erupcije, ...
 - **ljudski utjecaj:** deforestacija, korištenje zemljišta, izgaranje fosilnih goriva, ...

Uzrokuju povećanje razine plinova staklenika, aerosola, promjene u ozonskom omotaču, ...



REPUBLIKA HRVATSKA

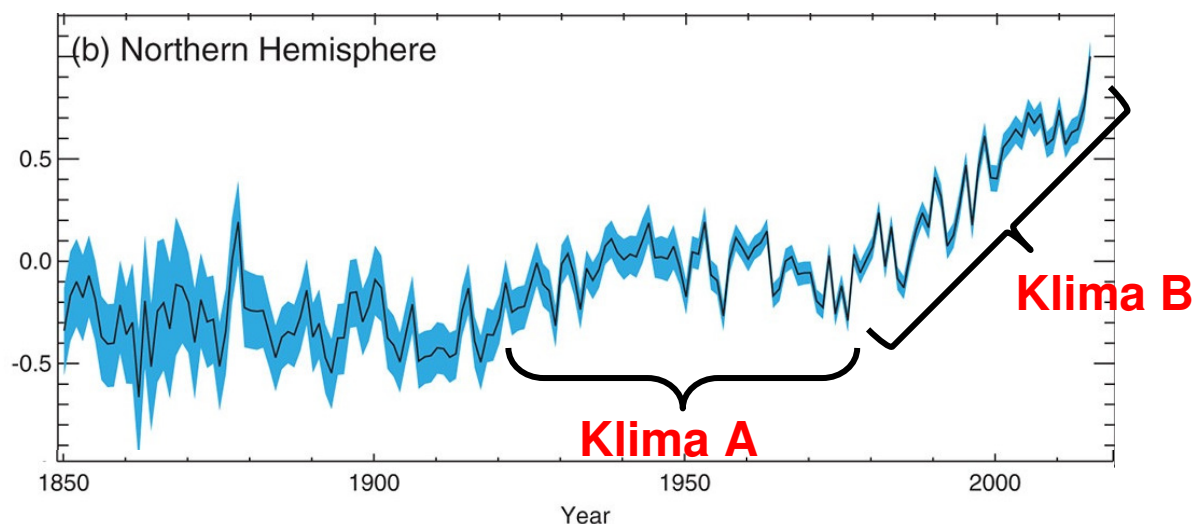
MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

Opažene klimatske promjene

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



Izvor: Kennedy i sur. (Weather 2016)

Ovaj projekt financira Europska unija

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



Lokalna klima i opažene klimatske promjene (DHMZ Atlas klime)

GOSPIĆ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Z	P	Lj	J	G
t (°C)	1961-1990	-1.7	0.2	3.6	8.1	12.8	16.0	18.1	17.3	13.6	9.0	4.2	-0.5	-0.6	8.2	17.1	8.9	8.4
	1971-2000	-0.8	0.3	4.1	8.0	13.0	16.3	18.5	17.9	13.6	9.1	3.8	0.0	-0.2	8.4	17.6	8.8	8.7
tmax (°C)	1961-1990	2.5	4.7	8.9	13.5	18.6	22.1	24.8	24.6	20.9	15.4	8.9	3.5	3.6	13.7	23.8	15.1	14.0
	1971-2000	3.3	5.4	9.7	13.5	19.0	22.5	25.2	25.4	20.8	15.3	8.5	3.9	4.2	14.1	24.4	14.9	14.4
tmin (°C)	1961-1990	-6.0	-4.1	-1.3	2.6	6.3	9.2	10.5	10.1	7.4	3.8	-0.1	-4.3	-4.8	2.6	10.0	3.7	2.9
	1971-2000	-5.0	-4.2	-1.1	2.5	6.5	9.4	10.9	10.5	7.5	4.1	-0.4	-3.7	-4.4	2.7	10.3	3.7	3.1
R (mm)	1961-1990	107	107	104	107	107	91	66	101	118	136	179	142	360	319	259	433	1368
	1971-2000	101	98	95	108	108	95	60	83	140	156	175	141	340	312	238	472	1365
S _{≥10cm} (d)	1961-1990	11.5	9.9	6.8	0.9							3.4	9.4	30.7	7.6		3.4	41.8
	1971-2000	8.9	9.0	5.7	1.3							3.5	8.6	26.7	7.0		3.5	36.9
mrz (d)	1961-1990	7.9	7.6	10.1	8.0	2.1	0.3		0.0	2.1	8.7	11.0	8.1	23.6	20.2	0.3	21.8	65.9
	1971-2000	11.5	10.5	11.6	9.1	1.9	0.2		0.1	2.2	9.0	11.6	9.6	31.6	22.6	0.3	22.8	77.2

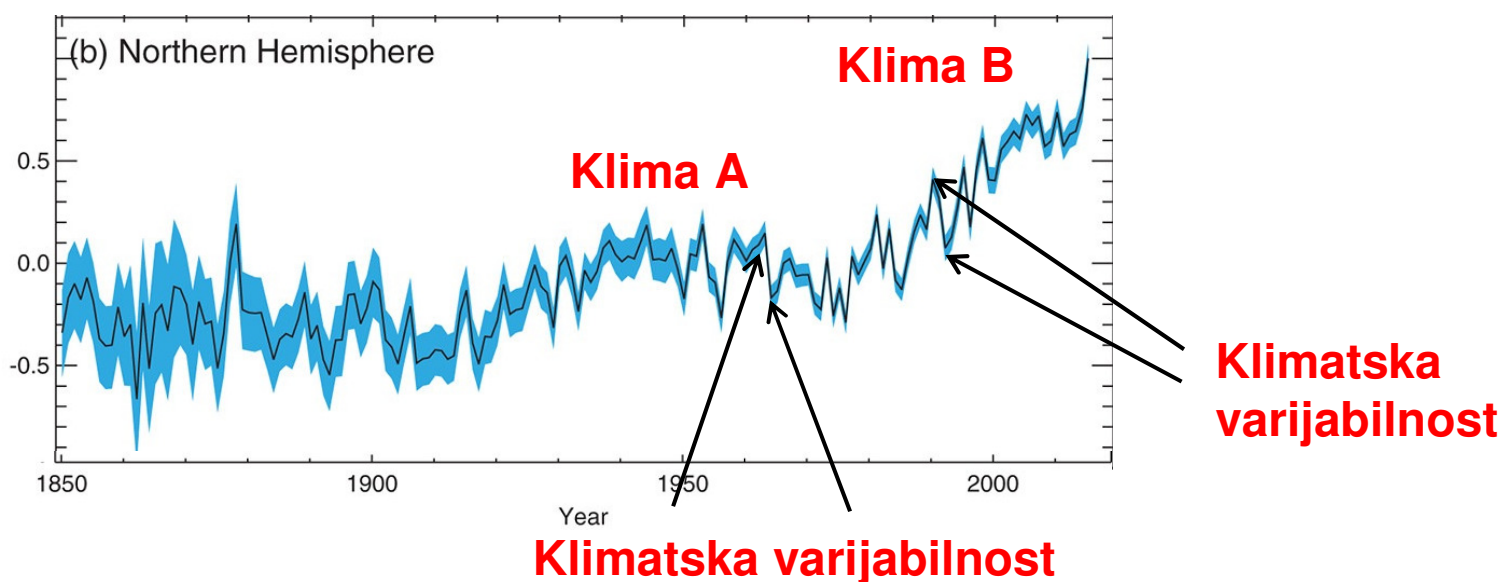
Ovaj projekt financira Europska unija

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



Klimatske promjene i klimatska varijabilnost

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



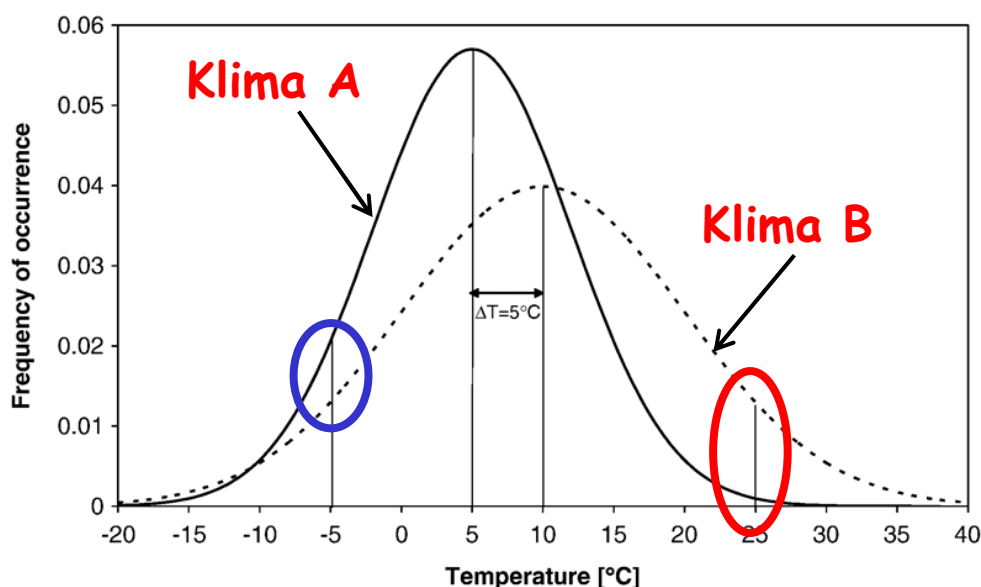
- * Klimatska varijabilnost je **superponirana** na dugoročnu evoluciju klimatske promjene
- * Zbog prirodne klimatske varijabilnosti detekcija klimatske promjene u nekom kraćem razdoblju je otežana



Klimatske promjene i ekstremni događaji

* Učestalost nekog događaja (temperatura zraka)

Pomak u učestalosti događaja uz
povećanu klimatsku varijabilnost



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

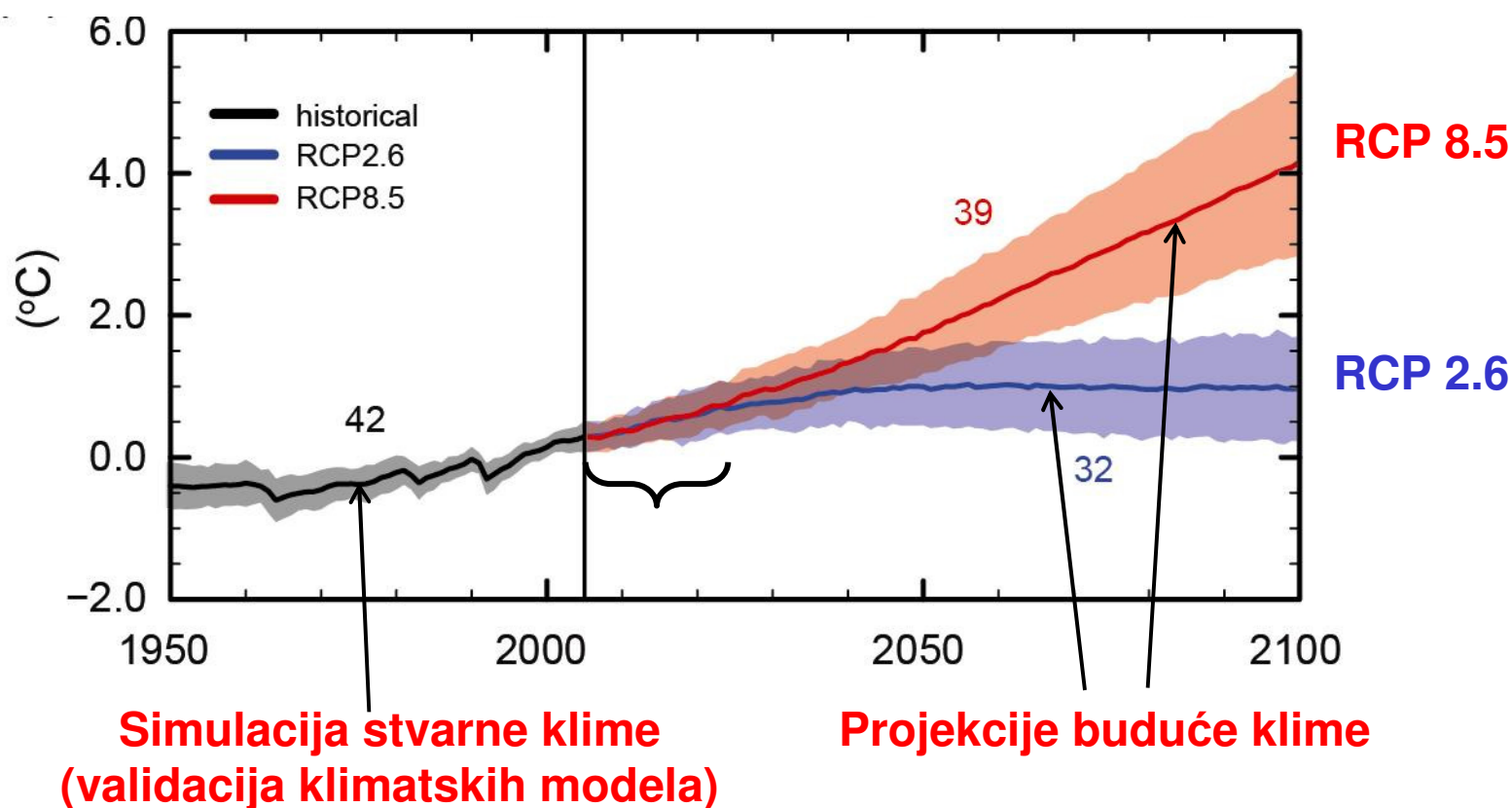
Ovaj projekt financira Europska unija

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



Modeliranje klime i klimatskih promjena

Globalna promjena srednje temperature



Izvor: IPCC 2013

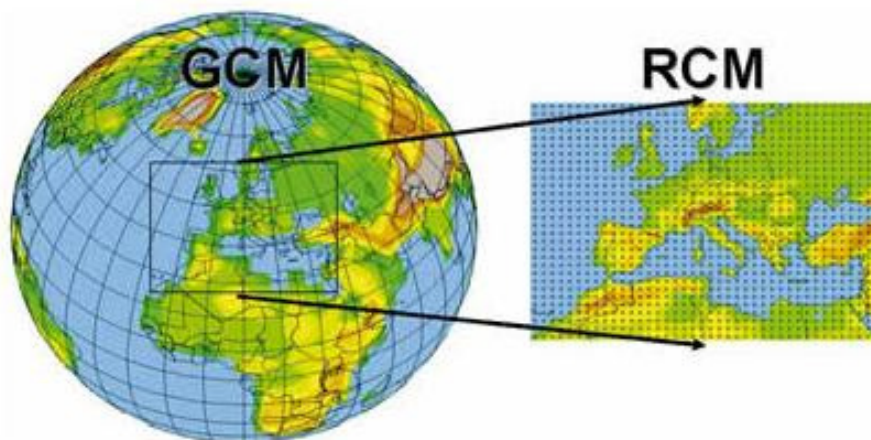
Ovaj projekt financira Europska unija

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



Što su 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**
- * Regionalni klimatski modeli dobivaju početne i rubne uvjete od globalnih modela



**povećanje
rezolucije**



Modeliranje klime i klimatskih promjena

* Klimatski modeli su jedini “alat” kojim možemo **predvidjeti** buduće klimatske promjene

... ali ...

- * 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 donekle ublažiti višestrukim ponavljanjem simulacija: sa više modela, sa više scenarija, sa više različitih početnih uvjeta → **ansambl** (*ensemble*) simulacija: raspon mogućih rješenja (stanja) buduće klime

Promjena broja dana sa snježnom oborinom (P1-P0)

P0 = 1961-1990

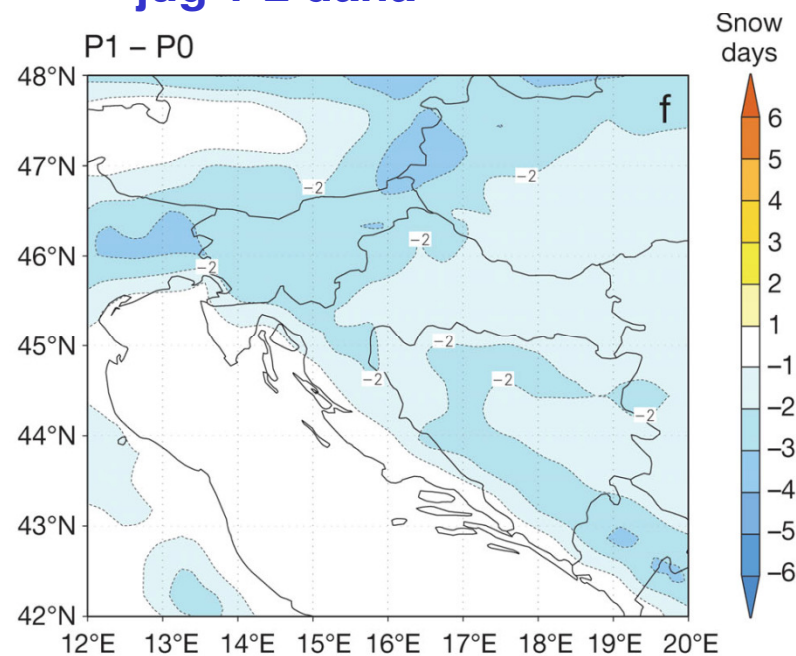
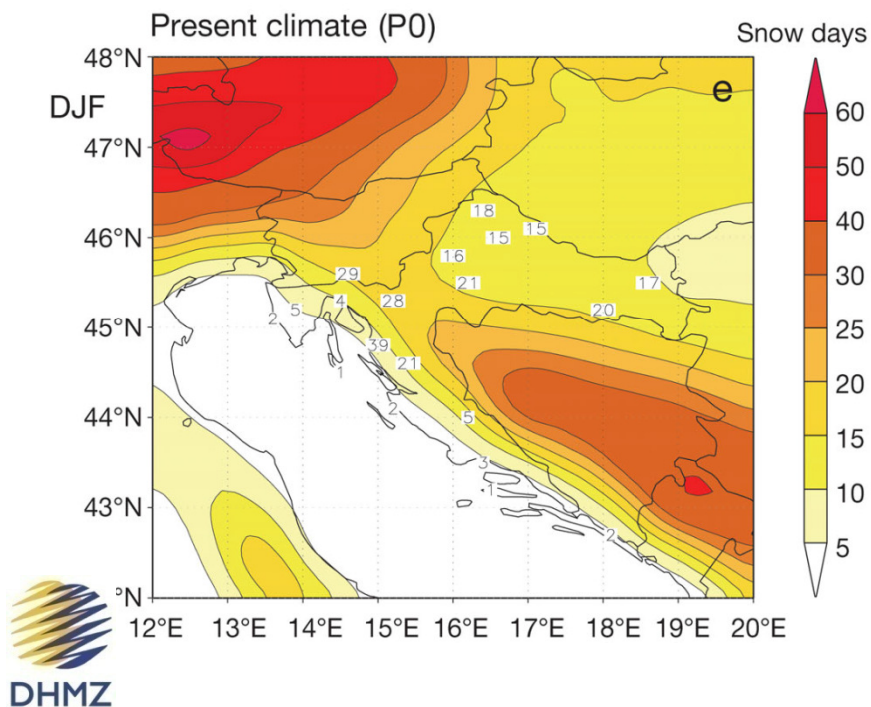
P1 = 2011-2040

U budućnosti smanjenje broja dana sa snježnom oborinom u Lici:

- sjever 2-3 dana

- jug 1-2 dana

“Sadašnja” klima P0



Ovaj projekt financira Europska unija

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



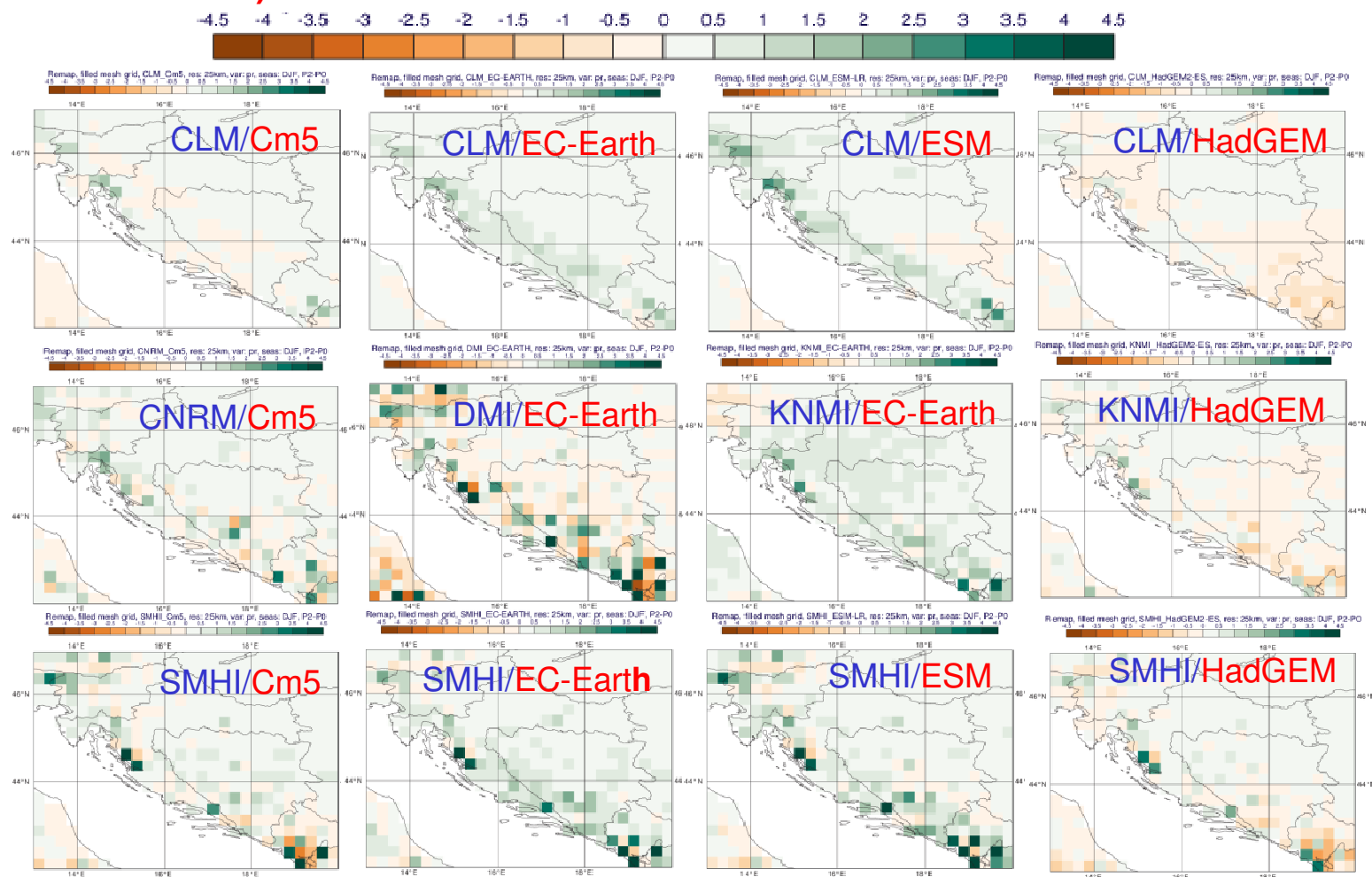
REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

Zimska promjena količine oborine: P2-P0 P0=1971-2000, P2=2041-2070 (individualni modeli)



Ovaj projekt financira Europska unija

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



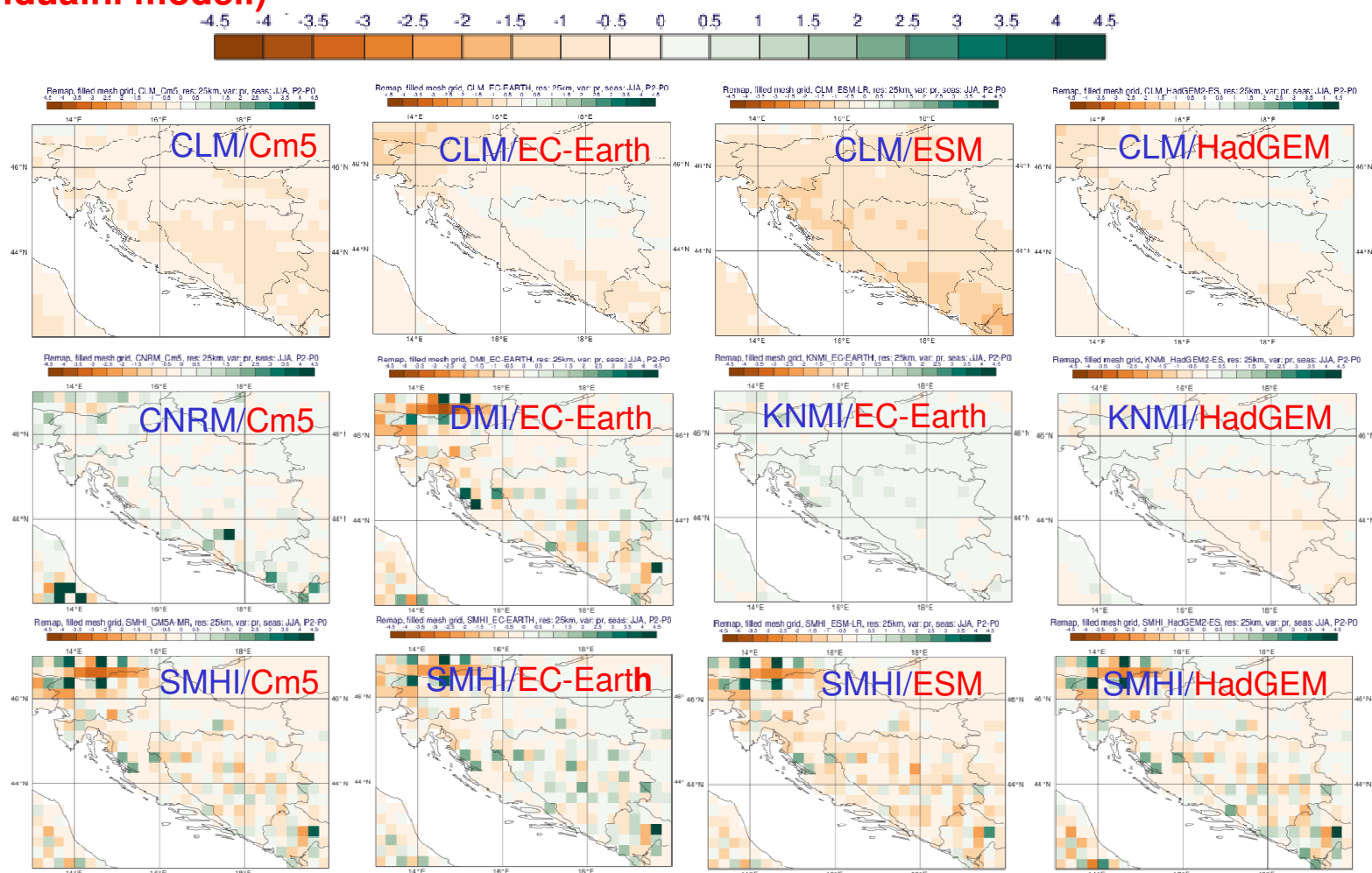
REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

Ljetna promjena količine oborine: P2-P0 (individualni modeli)



Ovaj projekt financira Europska unija

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



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

Promjena količine oborine (%) (ansambl od 18 regionalnih modela)

P0 = 1961-1990

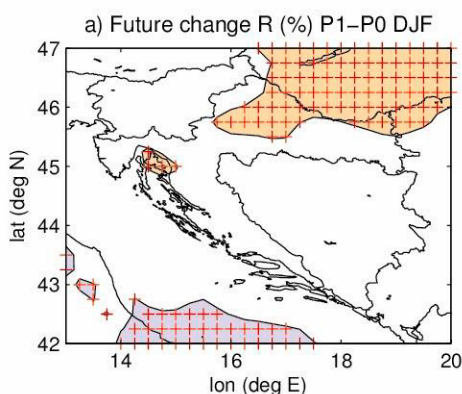
P1 = 2011-2040

P2 = 2041-2070

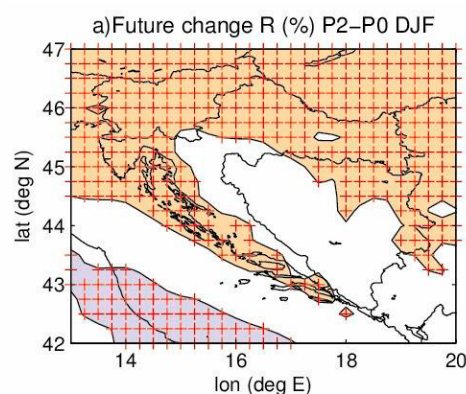
P3 = 2071-2100

zima

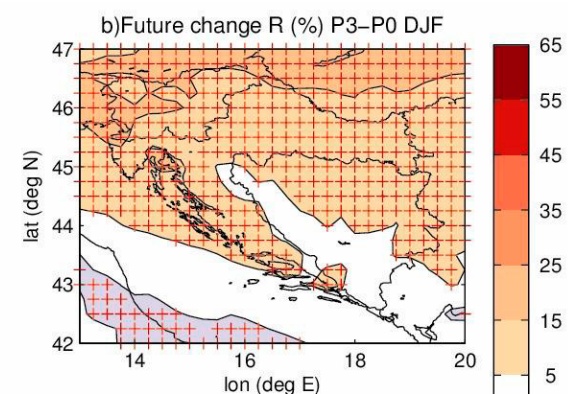
P1-P0



P2-P0

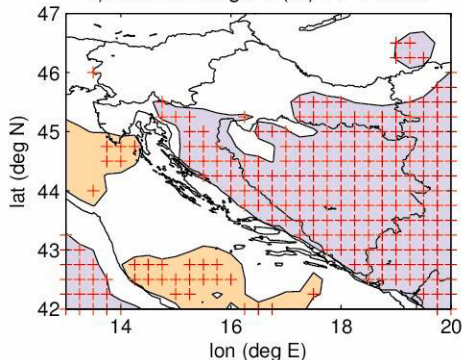


P3-P0

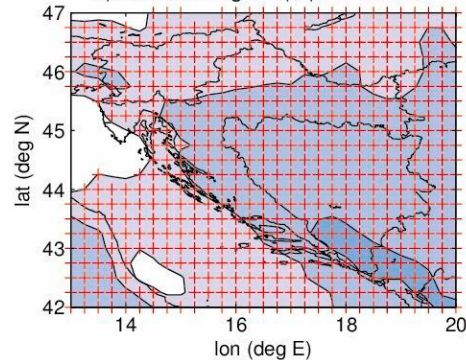


ljetno

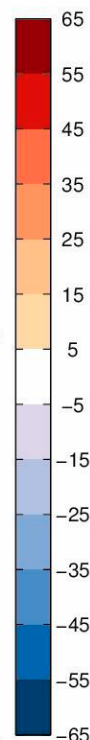
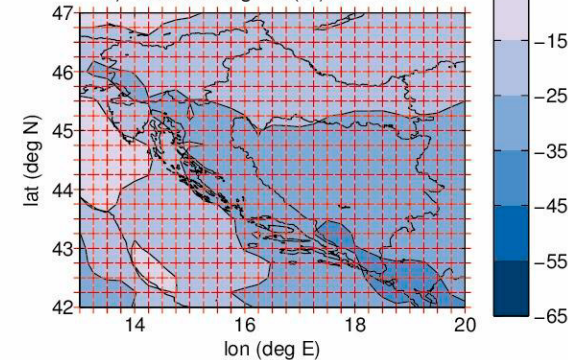
c) Future change R (%) P1-P0 JJA



c) Future change R (%) P2-P0 JJA



d) Future change R (%) P3-P0 JJA



Ovaj projekt financira Europska unija

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



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I PRIRODE



eptisa
Adria d.o.o.

Promjena broja dana sa $T_{max} > 30^{\circ}C$ $P_0 = 1971-2000$

$P_1 = 2011-2040$

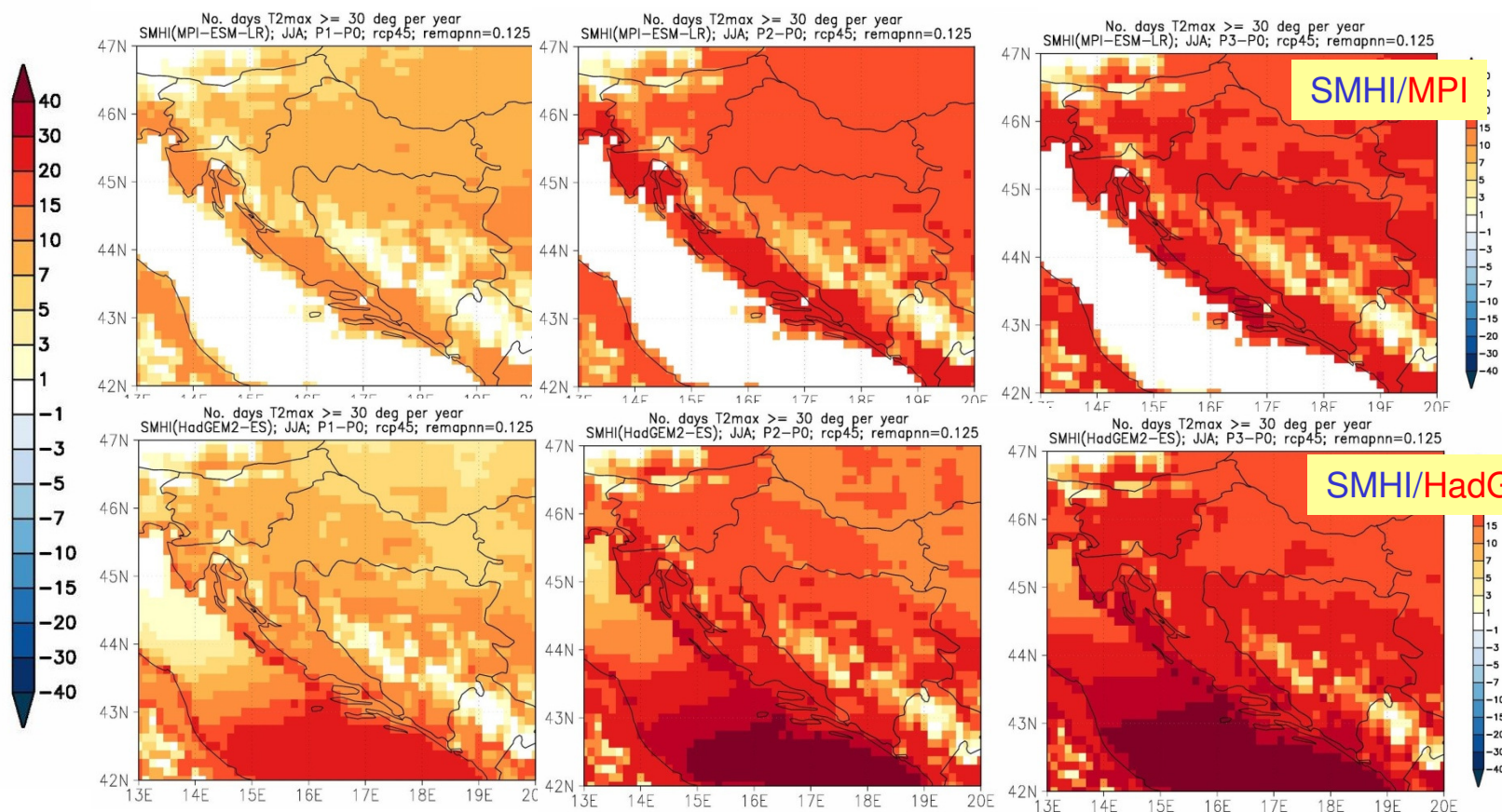
$P_2 = 2041-2070$

$P_3 = 2071-2100$

P1-P0

P2-P0

P3-P0



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.