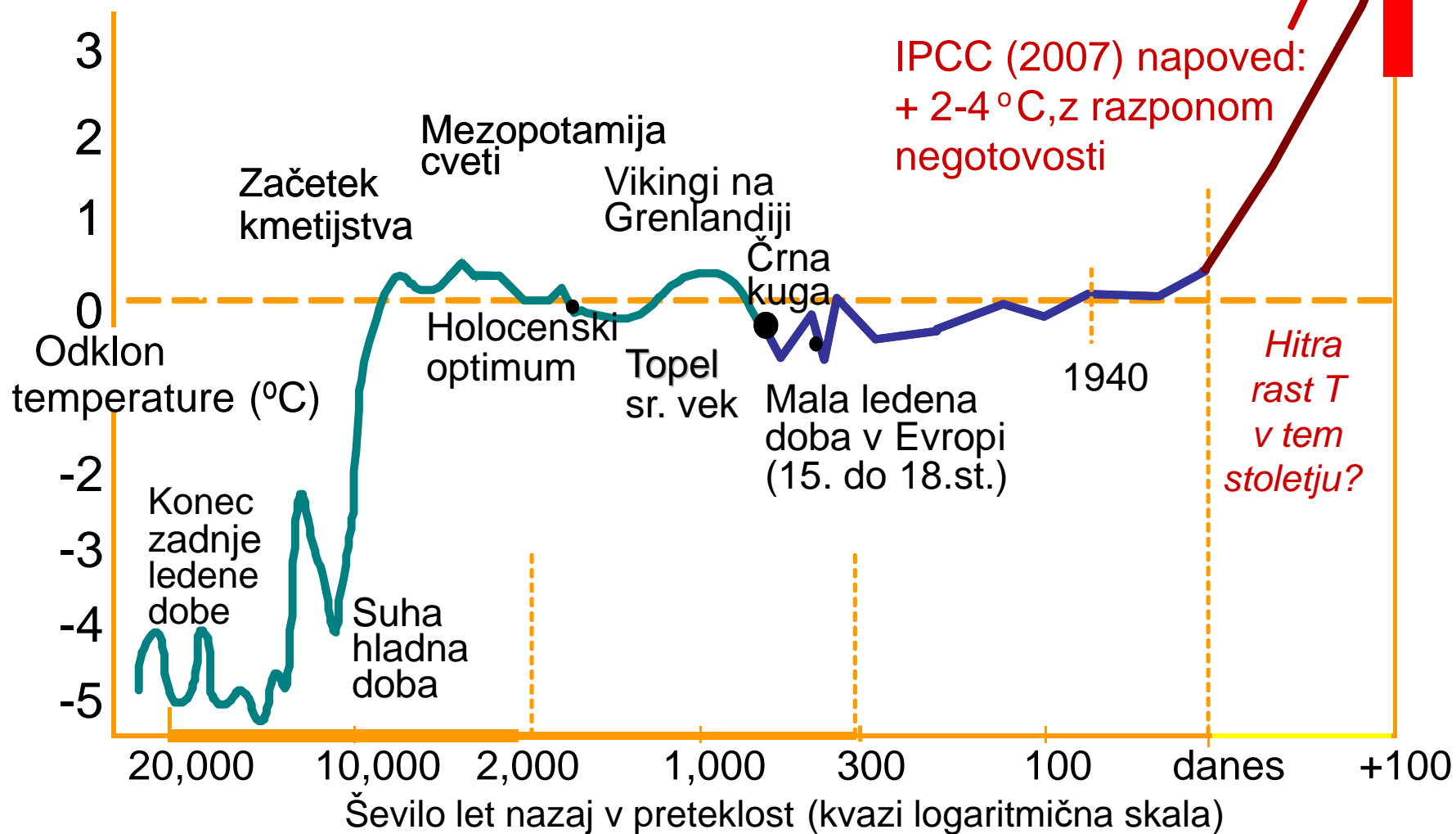


Podnebne spremembe

Vzroki, posledice

Vemo, da se je podnebje že spreminjalo



MOŽNI VZROKI DOLGOLETNIH KLIMATSKIH NIHANJ

EKSTRATERESTRIČNI		TERESTRIČNI	
	Pot zemlje - rotacija, revolucija - nagib zemeljske osi - nihanje polov		Delci v atmosferi - vulkanski izbruhi - požari - spremembe vegetacije
	Solarna konstanta		Oblačnost
	Nemirno sonce (pege, pertuberance)		Orografija, gibanje kontinentov
	Rotacija in pulzacija sonca		Kroženje ozračja in oceanov
	Sevanje lune in drugih nebesnih teles		Spremembe slanosti morja
	Kozmično sevanje		Zaloge ledu
	Meteorji, meteoriti		Tip in stanje zemeljske površine
	Sile, ki dodatno občasno vplivajo na sistem		Antropogeni vplivi - spremenjena raba tal - izpusti TGP in aerosolov

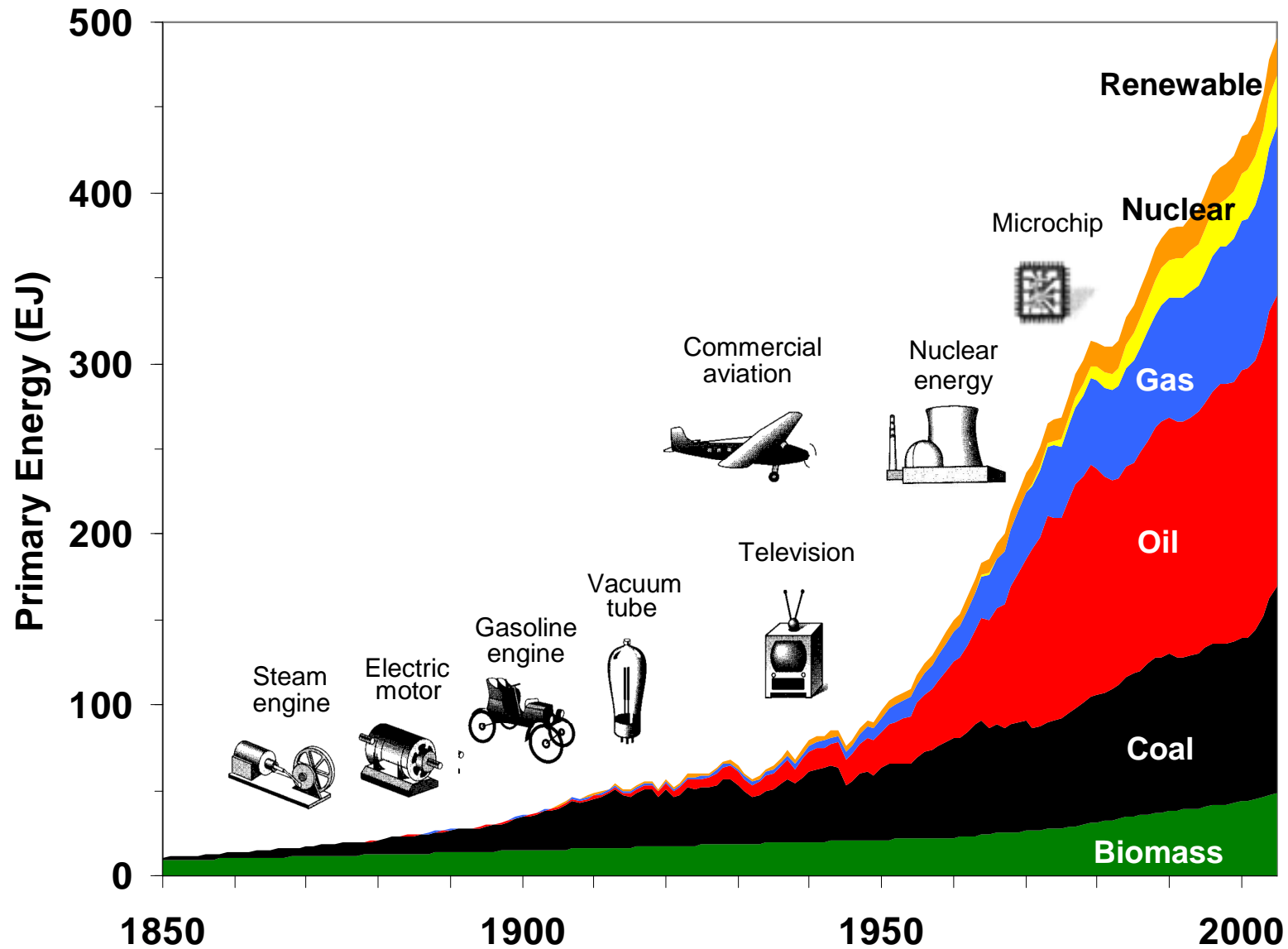
Definicija podnebnih sprememb

“Sprememba stanja podnebja, ki jo lahko ugotovimo s spremembo povprečij in/ali spremenljivosti njegovih značilnosti, in ki traja daljše obdobje, tipično vsaj nekaj desetletij.

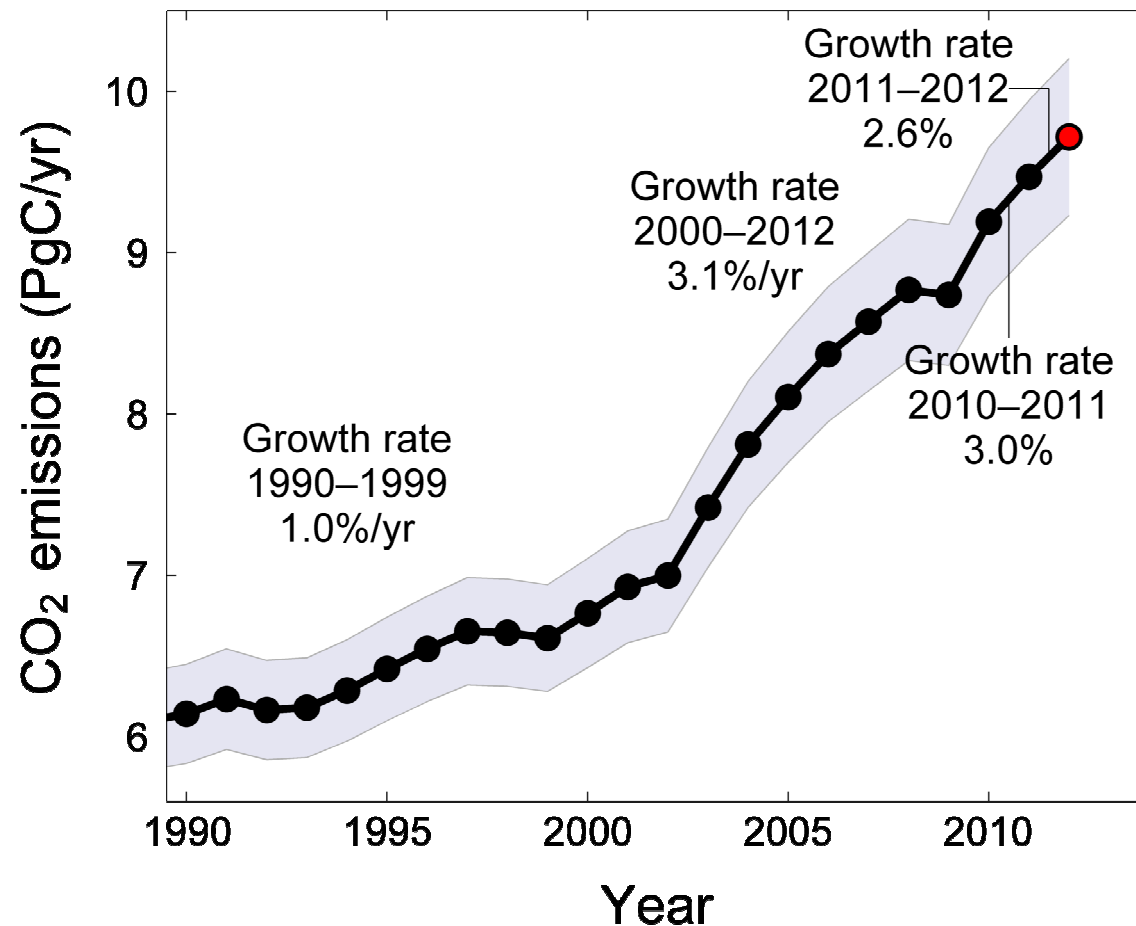
Nanaša se na vsako spremembo podnebja v času, ne glede na to, ali je posledica naravne spremenljivosti ali človeške dejavnosti.”

IPCC v AR4, 2007

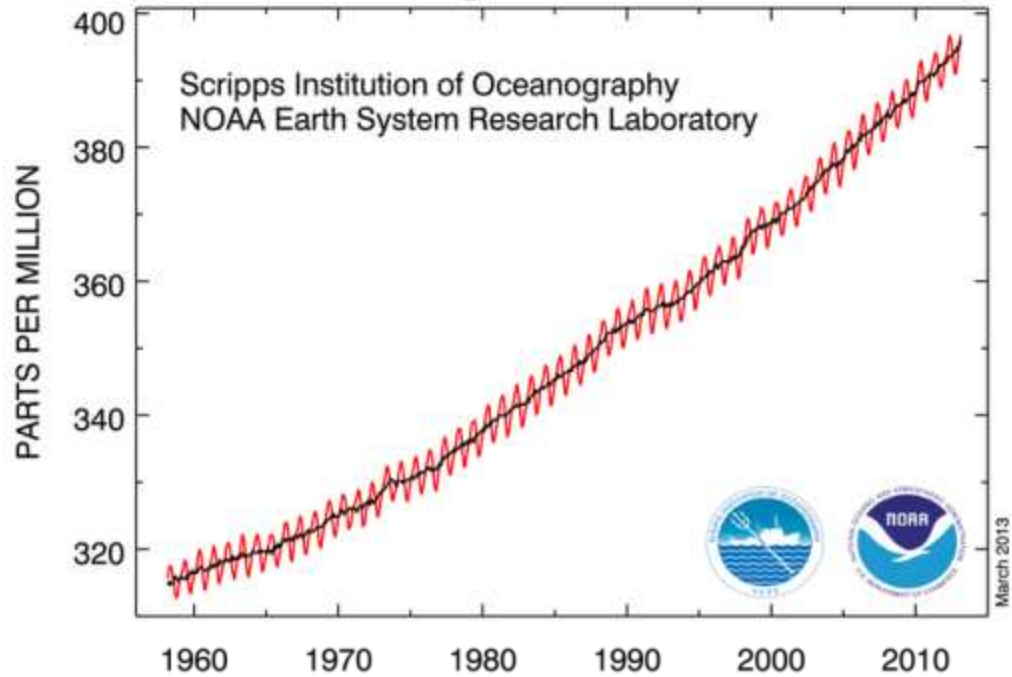
Svetovna primarna energija



Izpusti zaradi rabe fosilne energije naraščajo

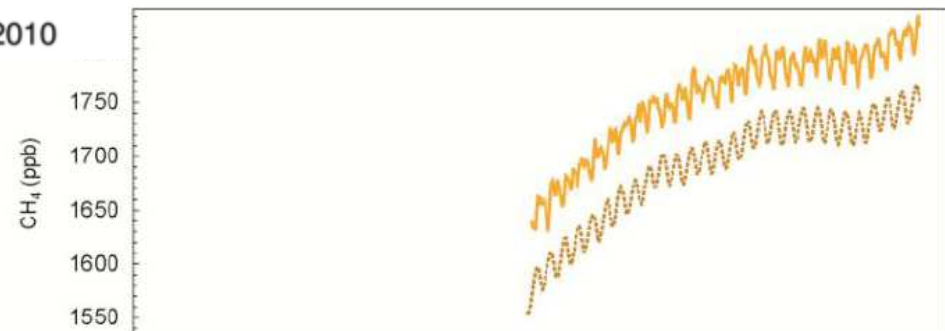


Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory

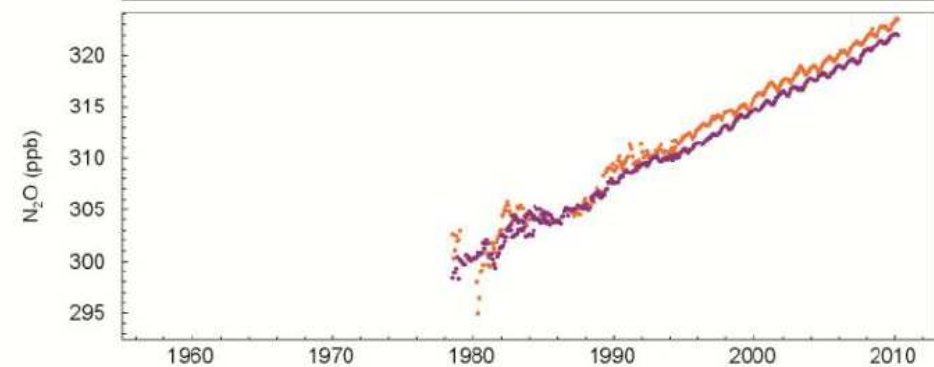


February 2013	396.80
February 2012	393.54
February 2011	391.82

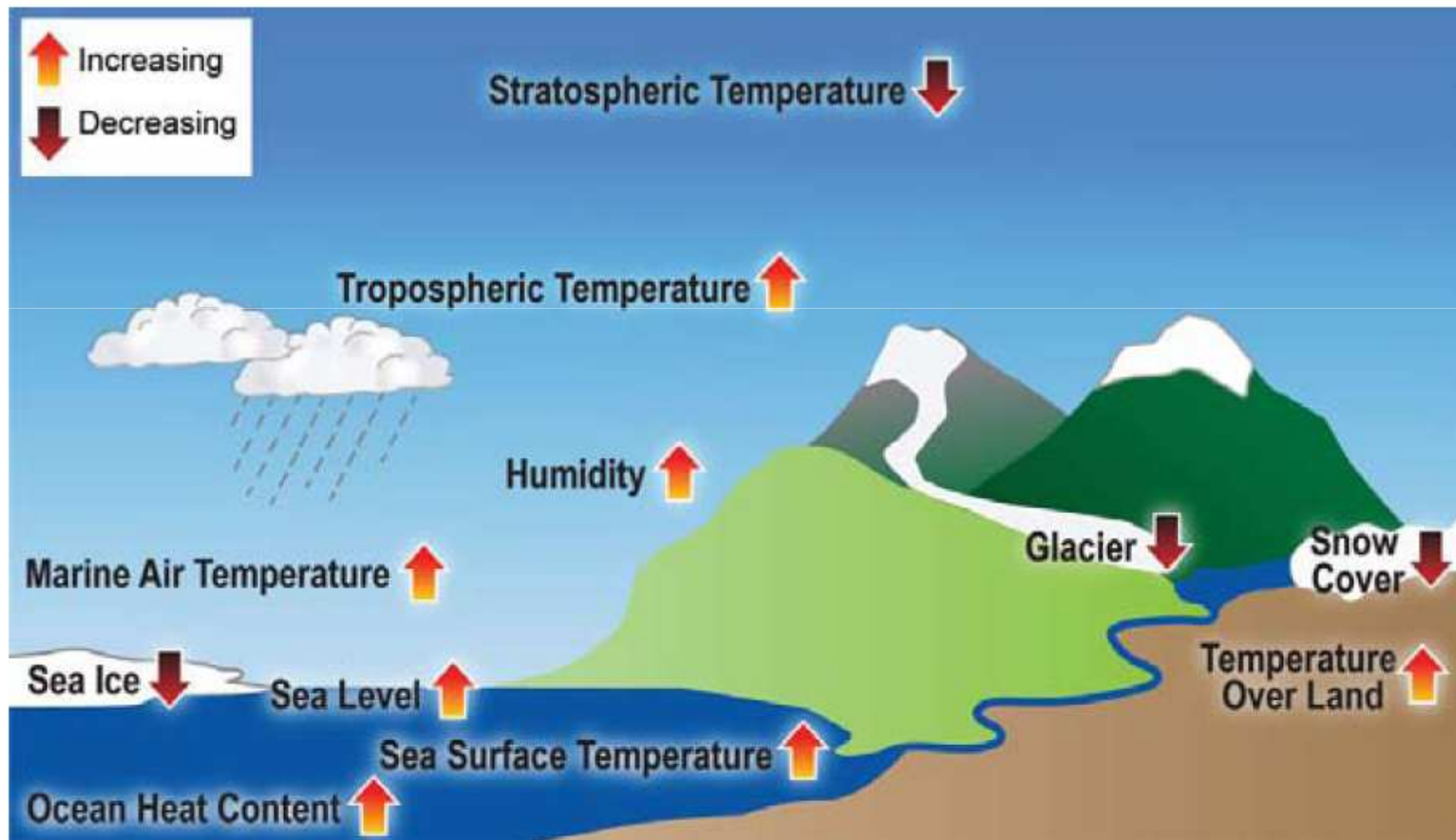
Metan CH₄



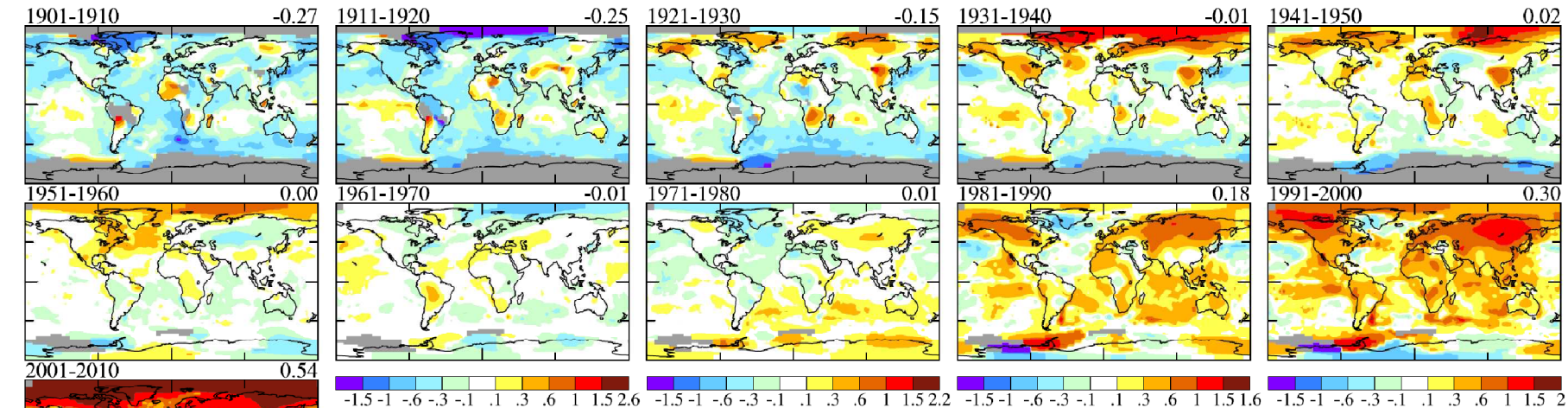
Dušikov oksid N₂O



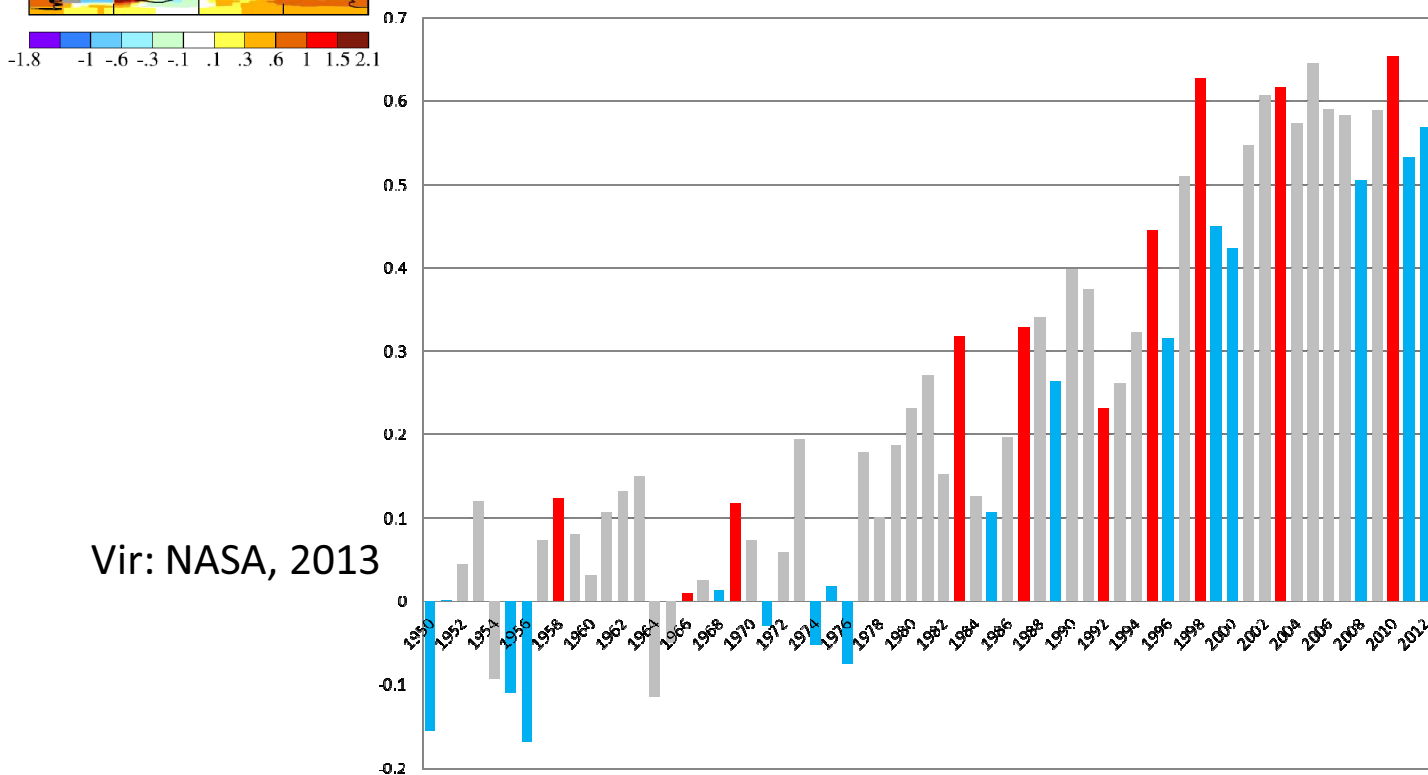
Smer opazovanih sprememb podnebja



Decadal Mean Surface Temperature Anomaly (°C): Base Period = 1951-1980



Annual Global Temperature Anomalies
1950 - 2012

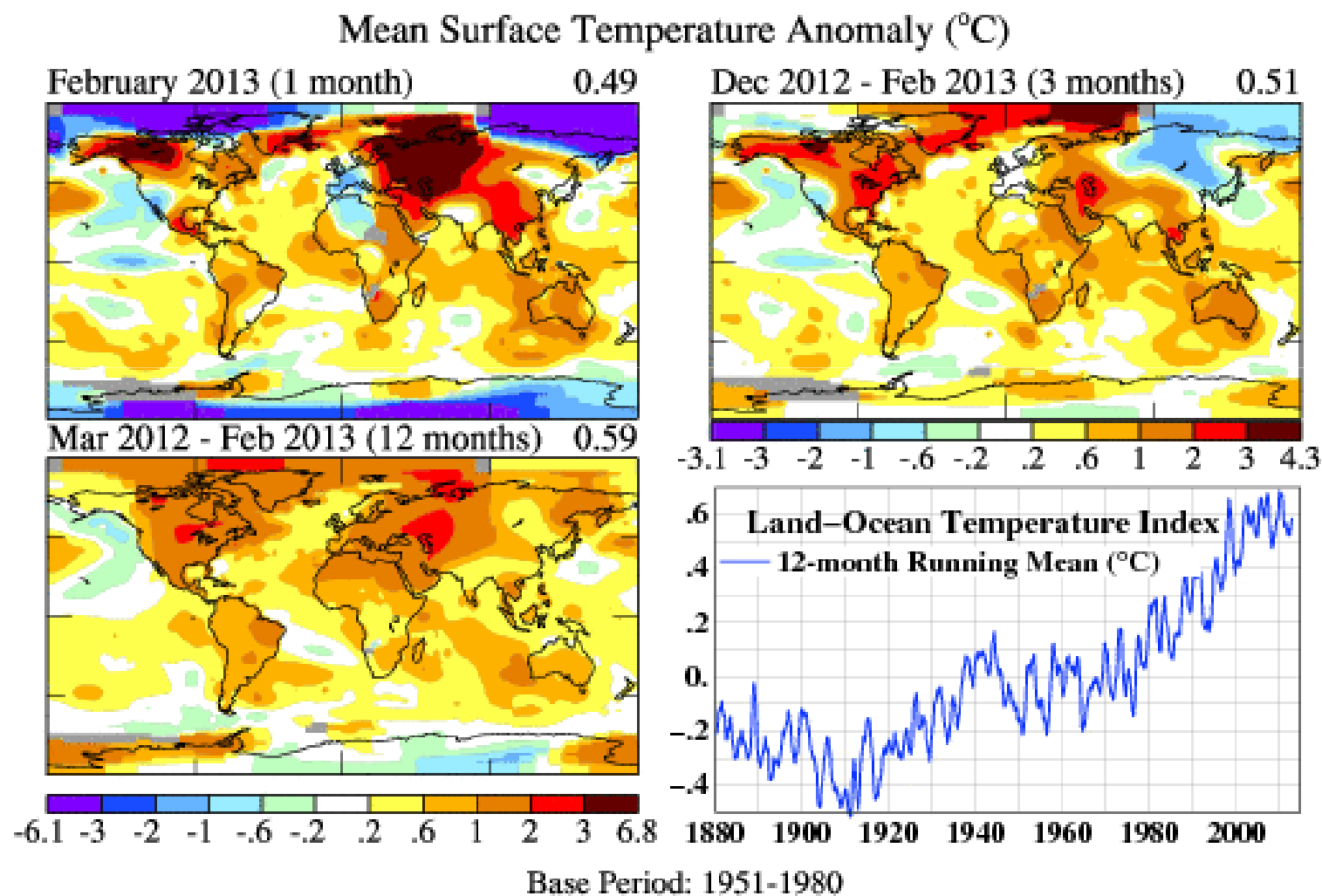


2012 je bilo najtoplejše leto z La Ninjo

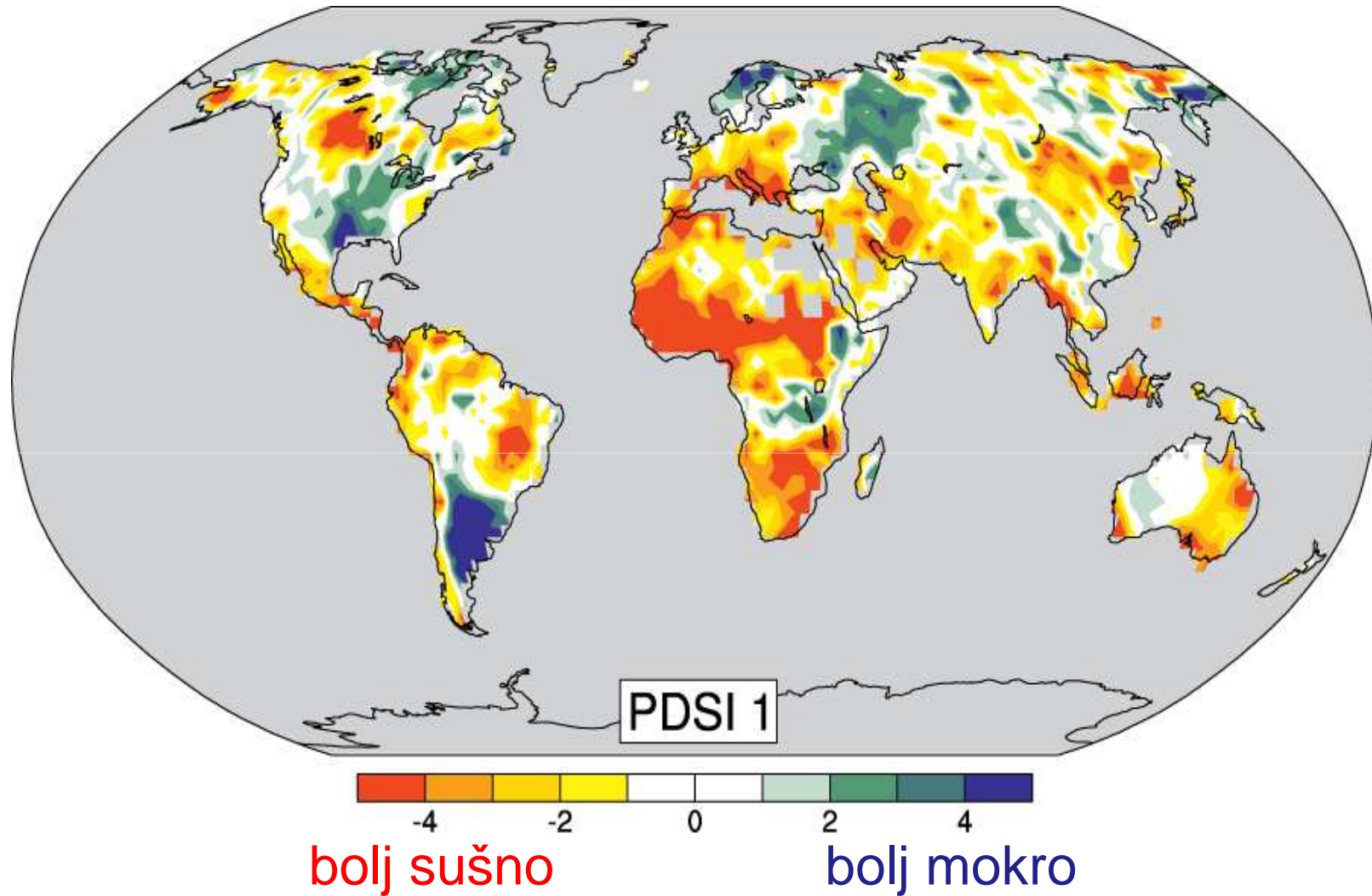


Vir: NASA, 2013

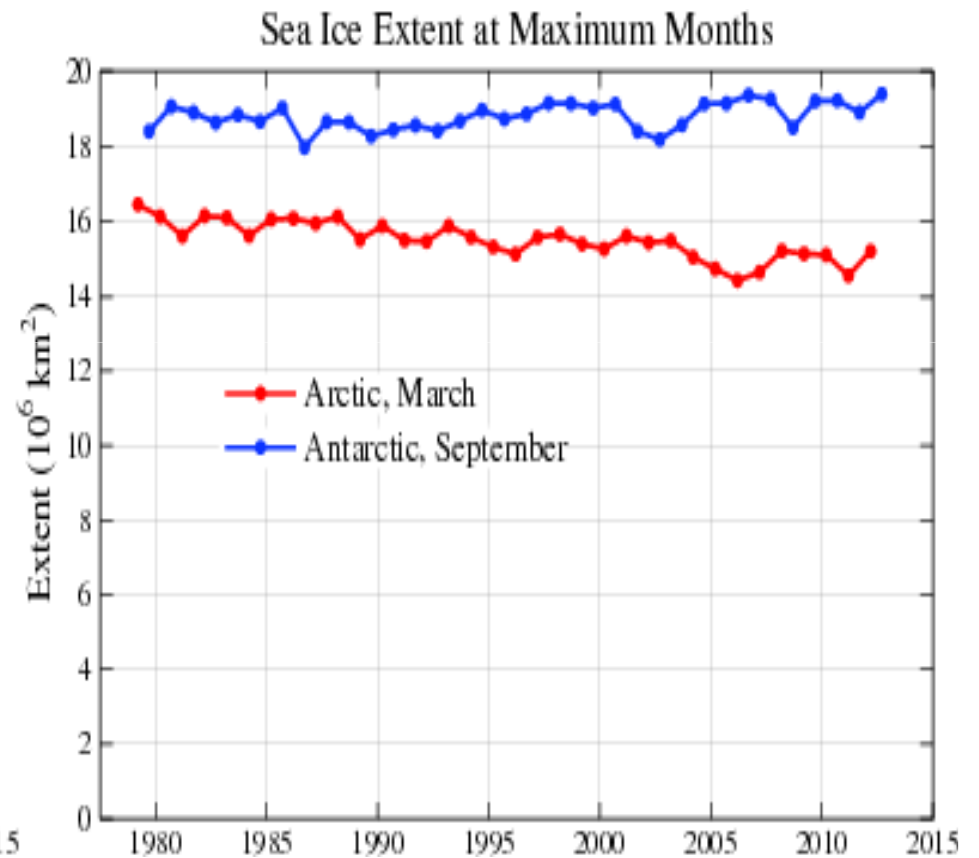
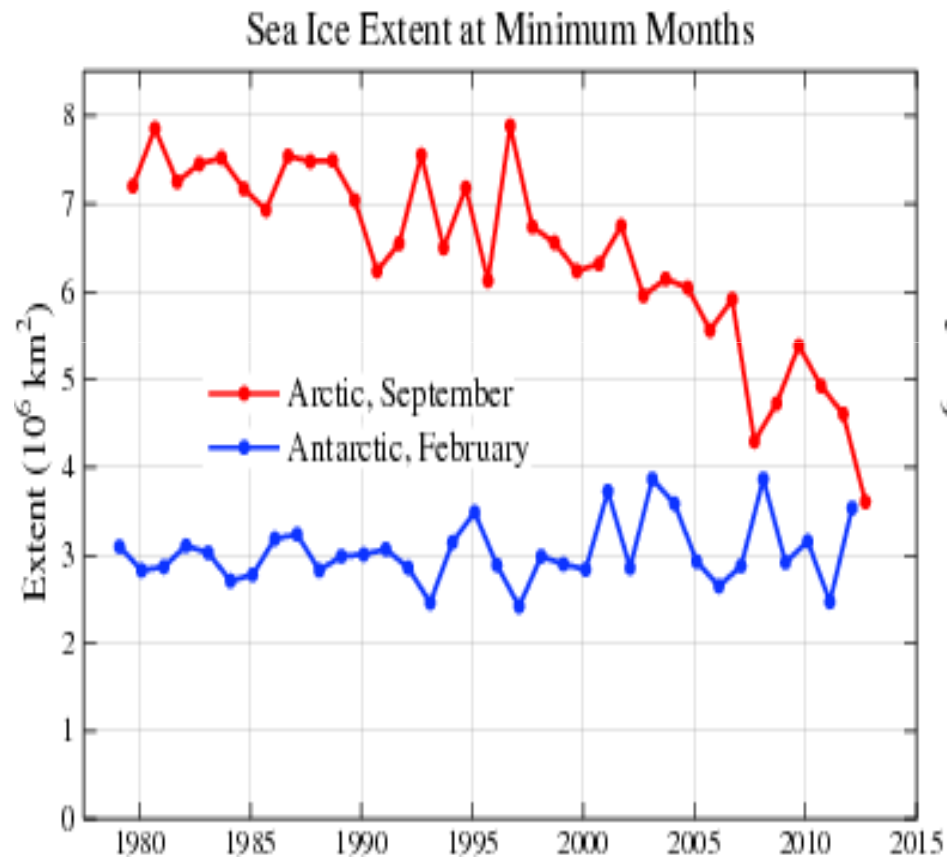
Naš trenutni „mraz“ v globalni perspektivi



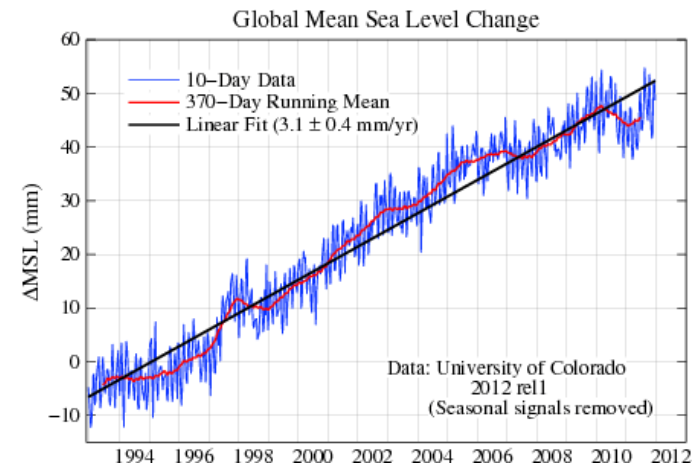
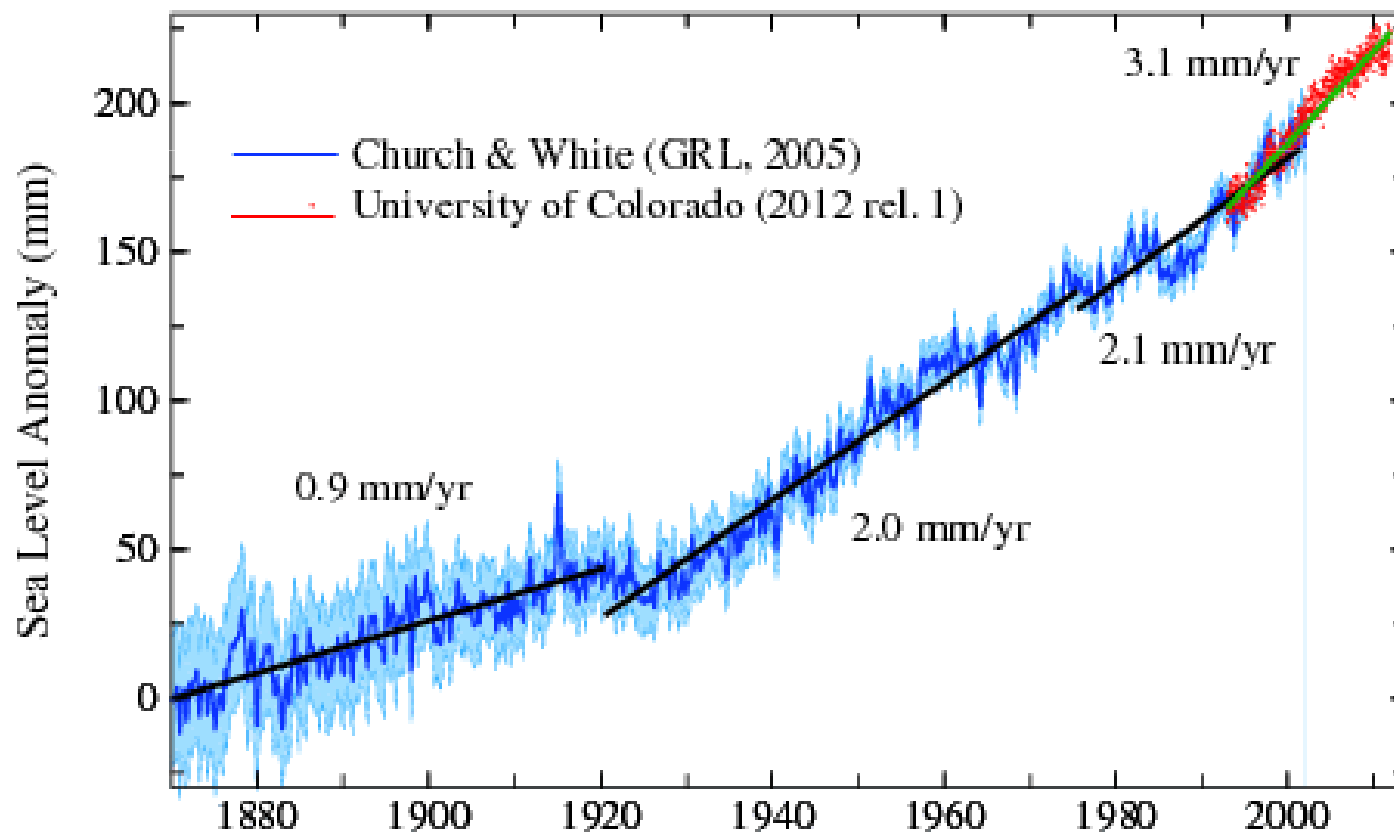
V zadnjih 100 letih je na kopnem več sušnih razmer



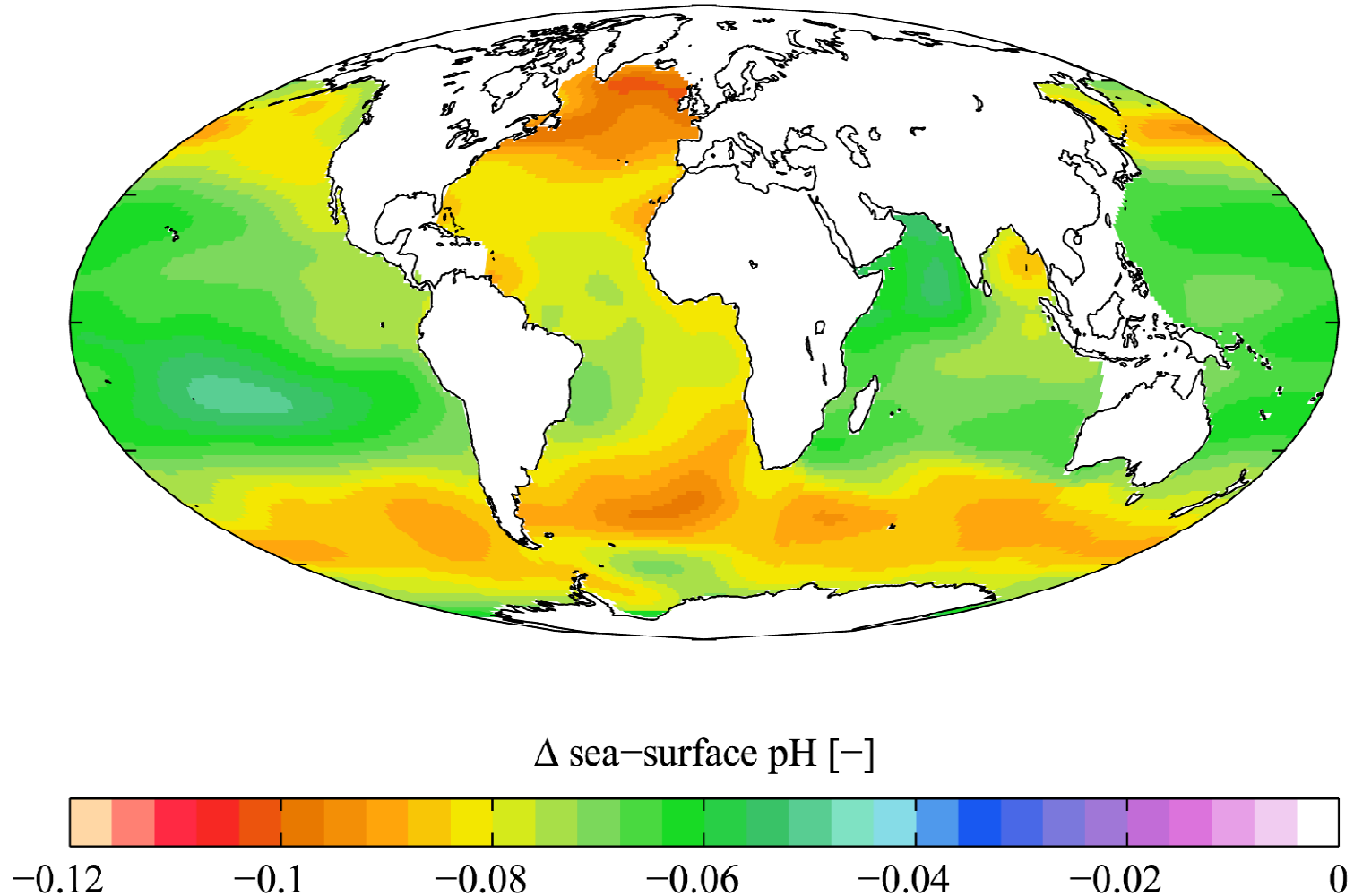
Obseg morsklega ledu

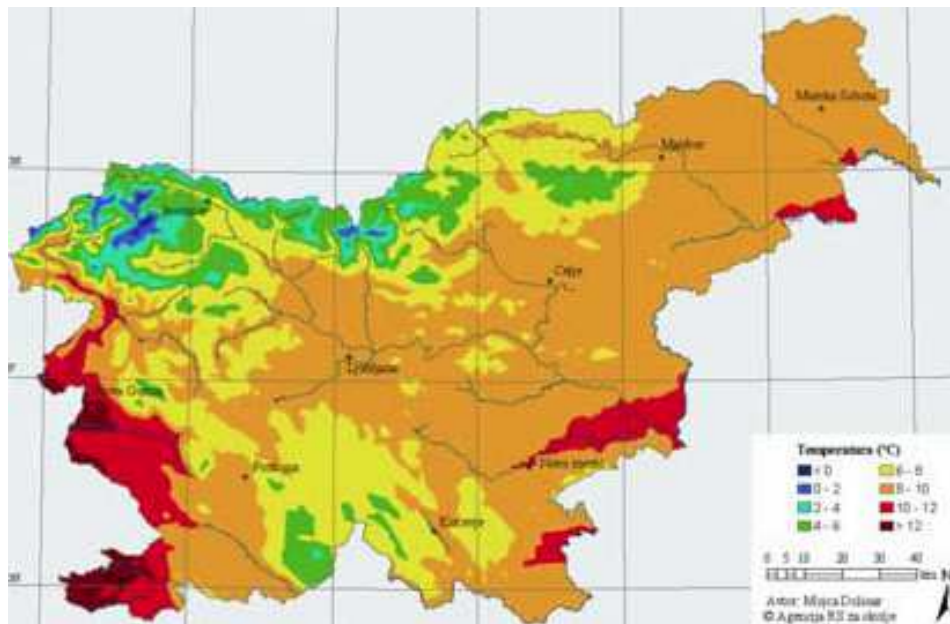


Global Mean Sea Level Change

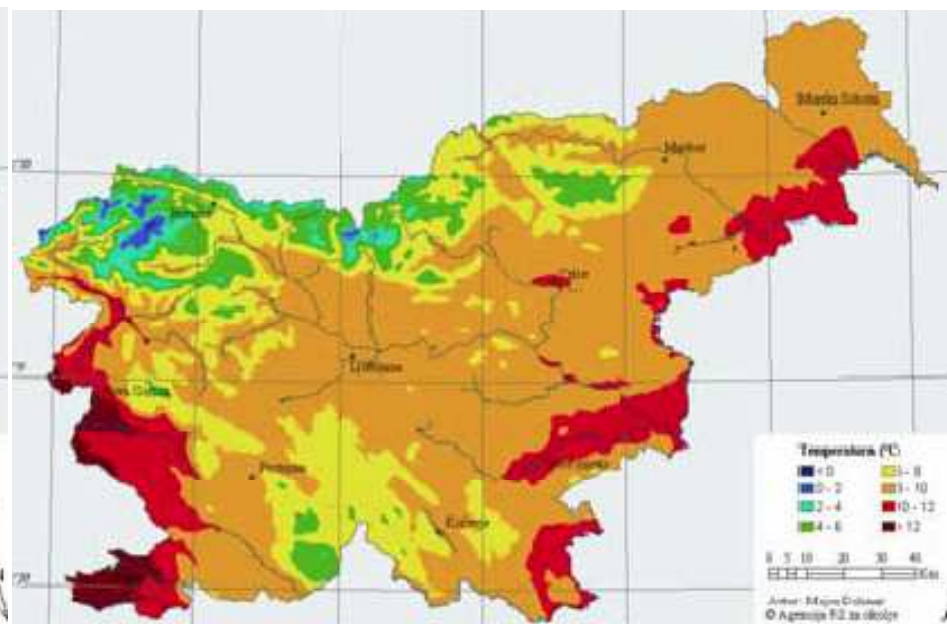


Sprememba pH površinske vode oceanov zaradi antropogenih izpustov CO₂ med 1700 in 2000

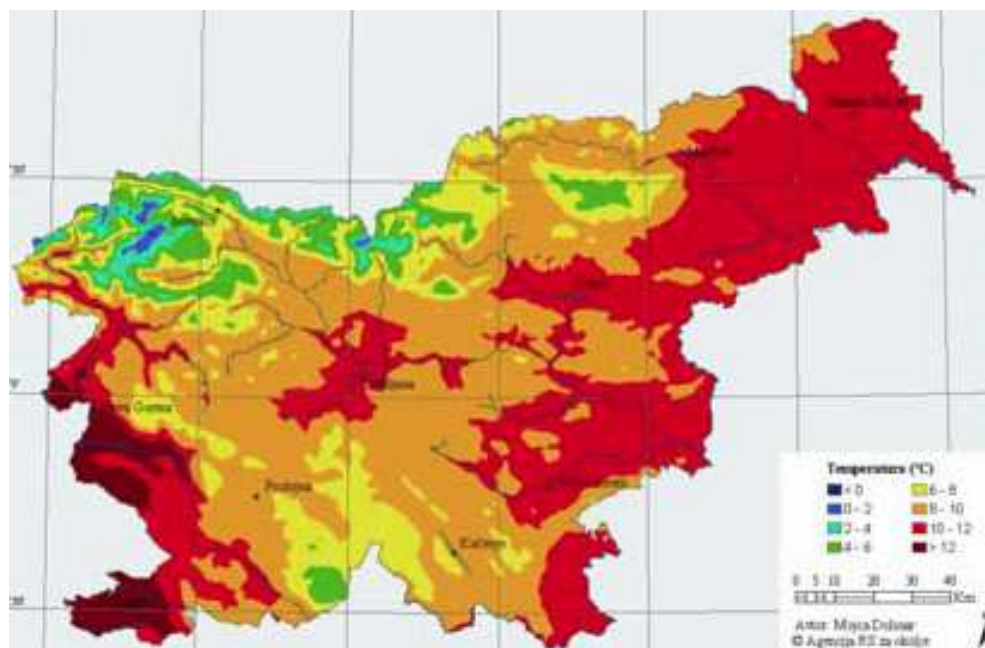




1971-1980

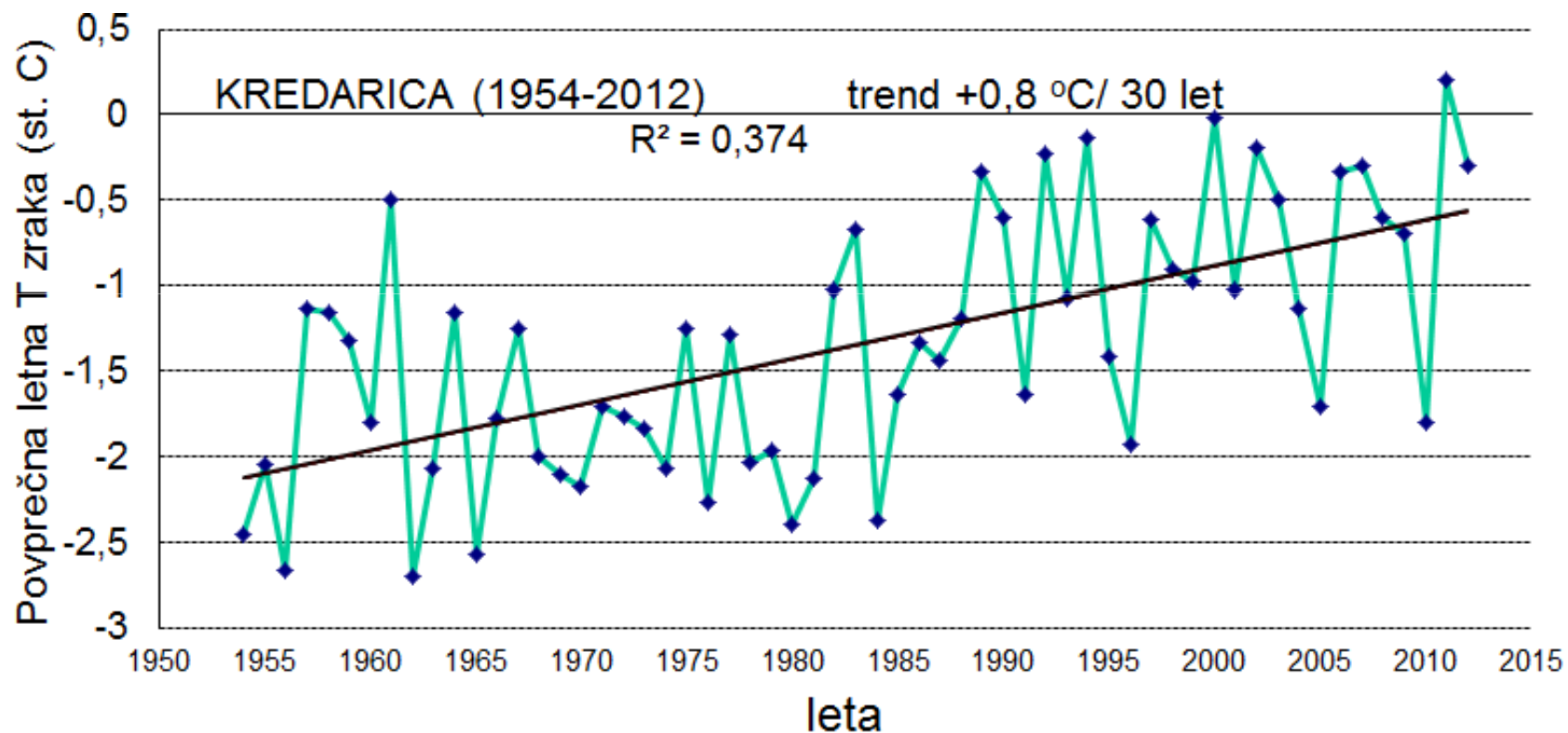


1981-1990

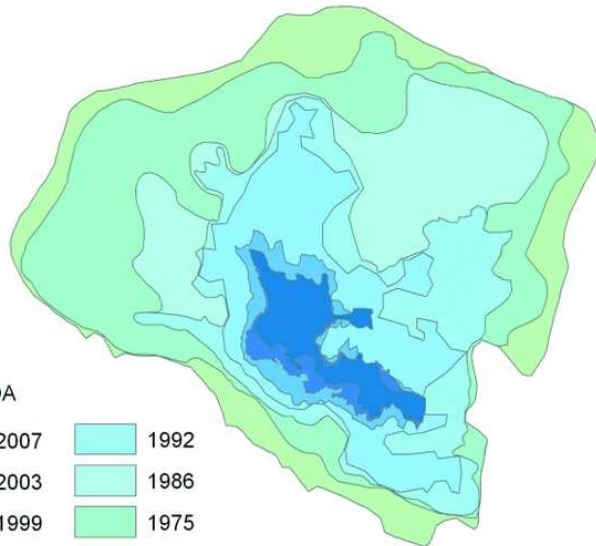


1991-2000

Temperatura zraka na Kredarici statistično značilno narašča



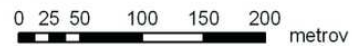
2011 je bilo na Kredarici najtoplejše leto do zdaj



LEGENDA



MERILO



TRIGLAVSKI LEDENIK

Površina ledenika 1900–2010

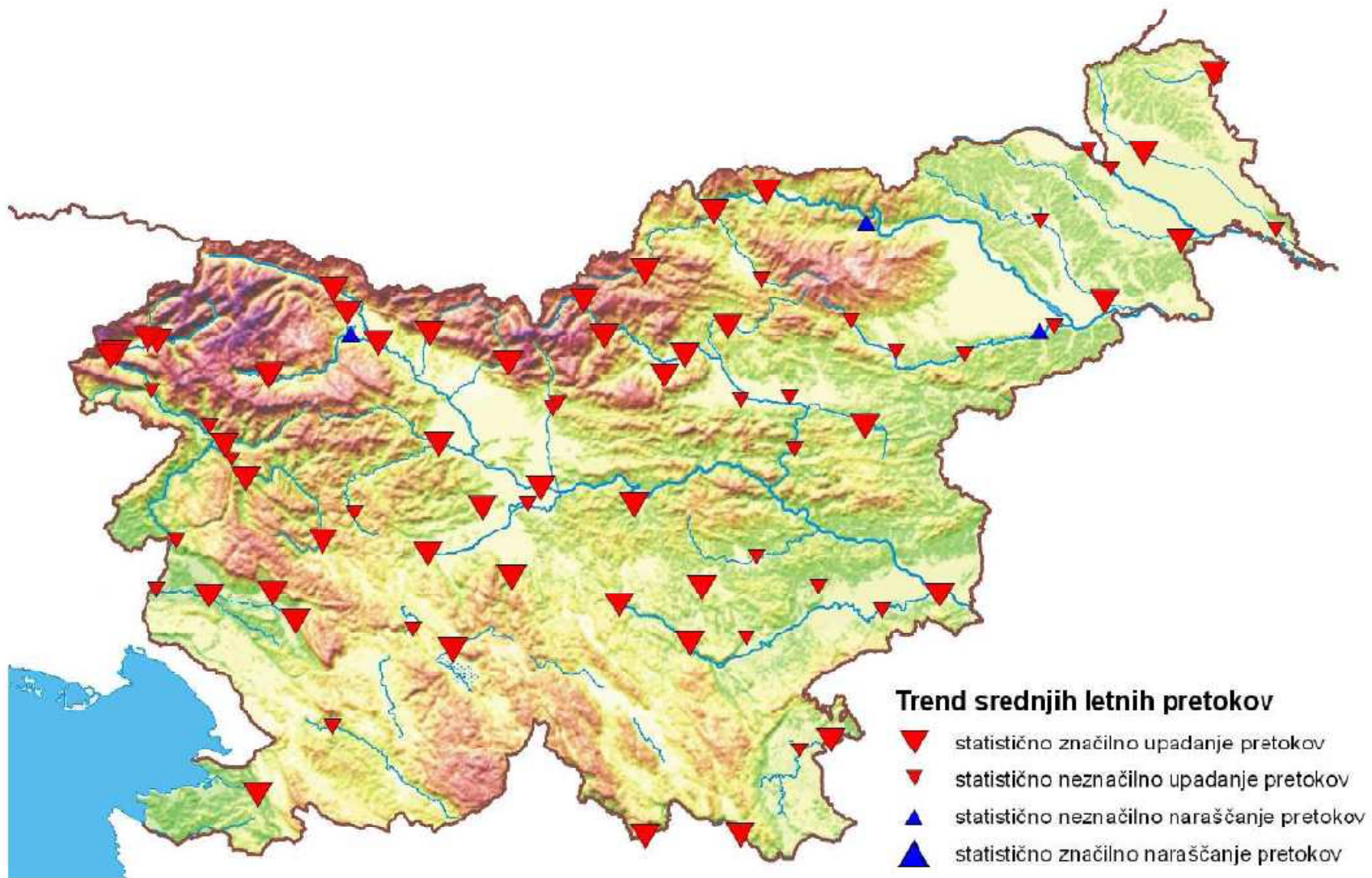
LETO	POVRŠINA (v ha)
konec 19. stoletja	prek 40
1900	30
1946	15
1995	3,0
1999	1,1
2003	0,7
2005	1,1
2007	0,6
2008	1,1
2009	2,9
2010	2,5

*Trendi povprečne temperature (°C/10 let) med 1950–2009
/ trend ni statistično značilen (Vir: Dolinar in sod., 2010)*

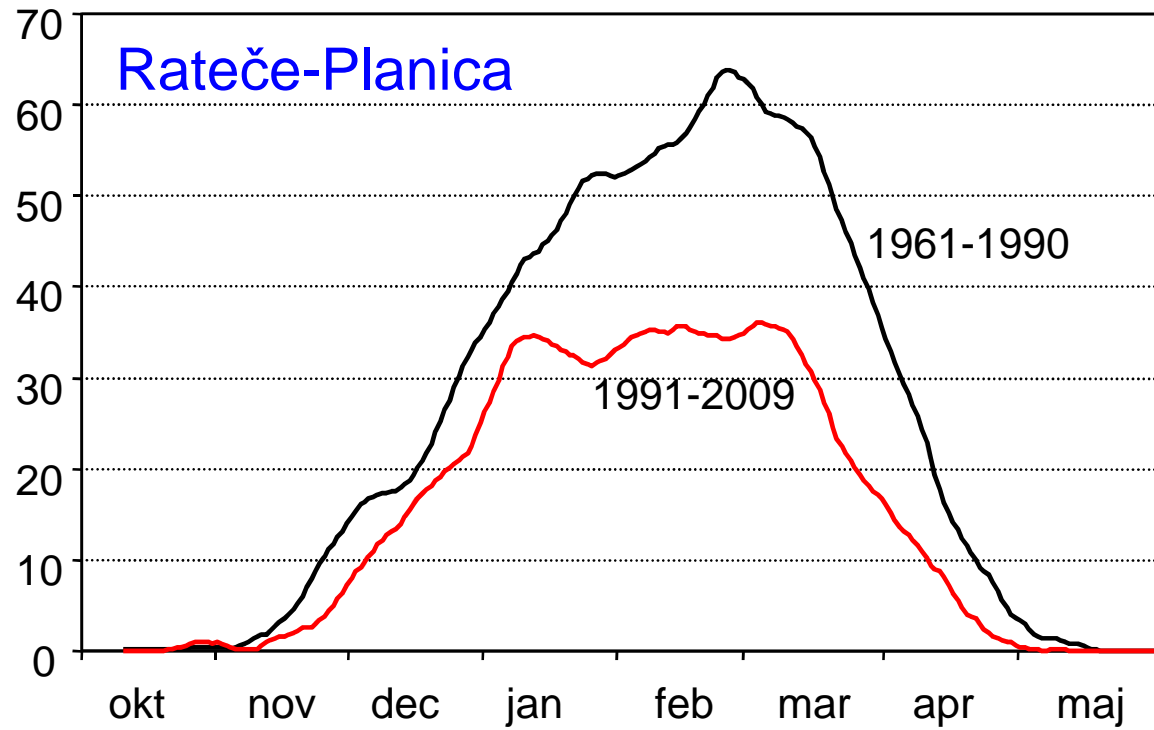
	zima	pomlad	poletje	jesen	leto
LJUBLJANA	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4
CELJE	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4
M. SOBOTA	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3
NOVO MESTO	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4
POSTOJNA	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
BILJE	/	0,3	0,5	0,3	0,3
RATEČE	0,2	0,3	0,4	/	0,2

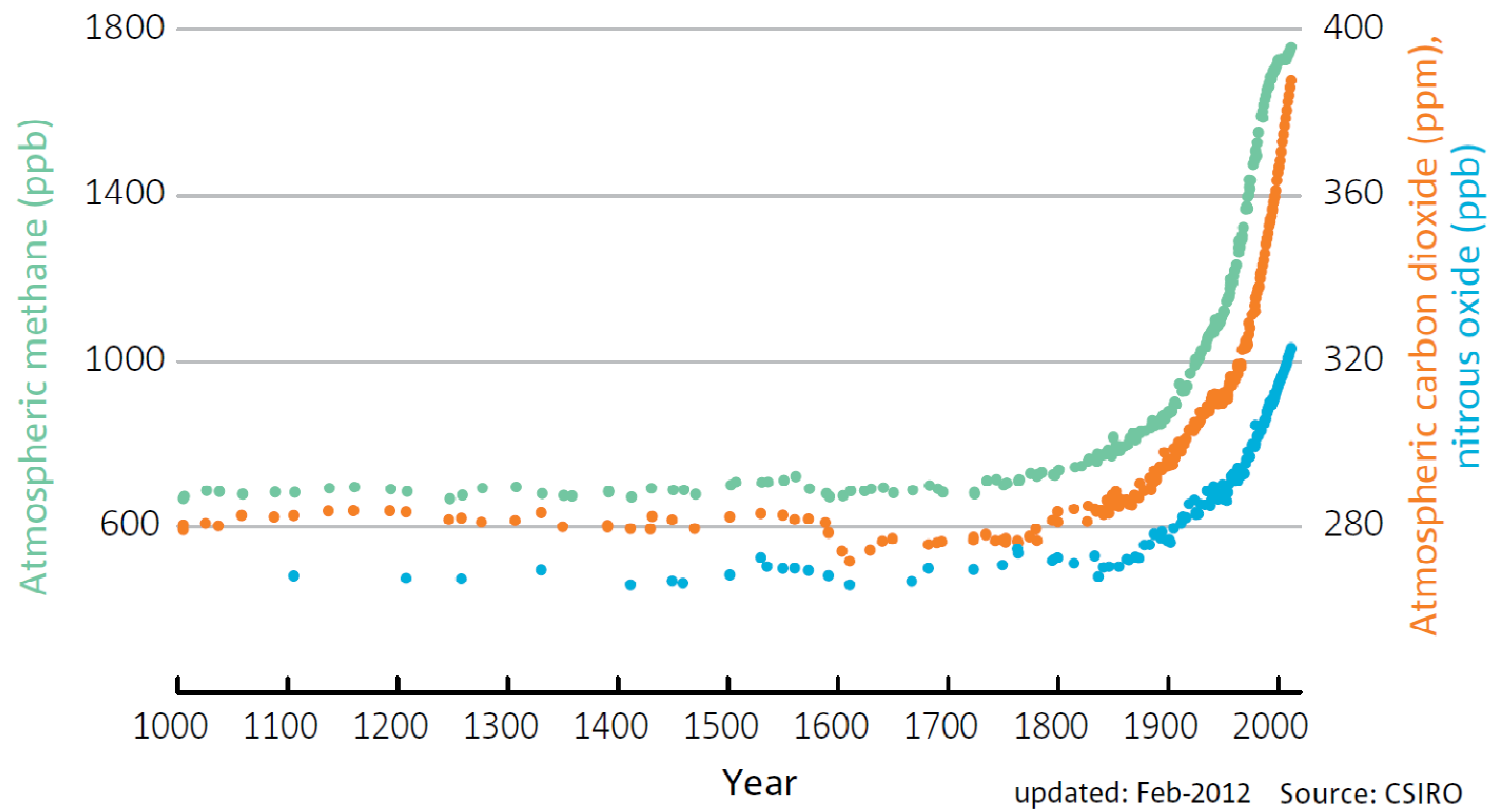
Sprememba sezonske višine padavin (mm/10 let)

	zima	pomlad	poletje	jesen	leto
LJUBLJANA	-16	-8	-7	14	-16
CELJE	-10	-10	-9	8	-20
M. SOBOTA	-4	/	-8	5	-8
NOVO MESTO	/	-4	-6	15	/
POSTOJNA	/	/	-13	23	/
BILJE	-20	-5	-7	48	/
RATEČE	-23	-12	/	/	-30



10-dnevna povprečna višina snežne odeje v cm



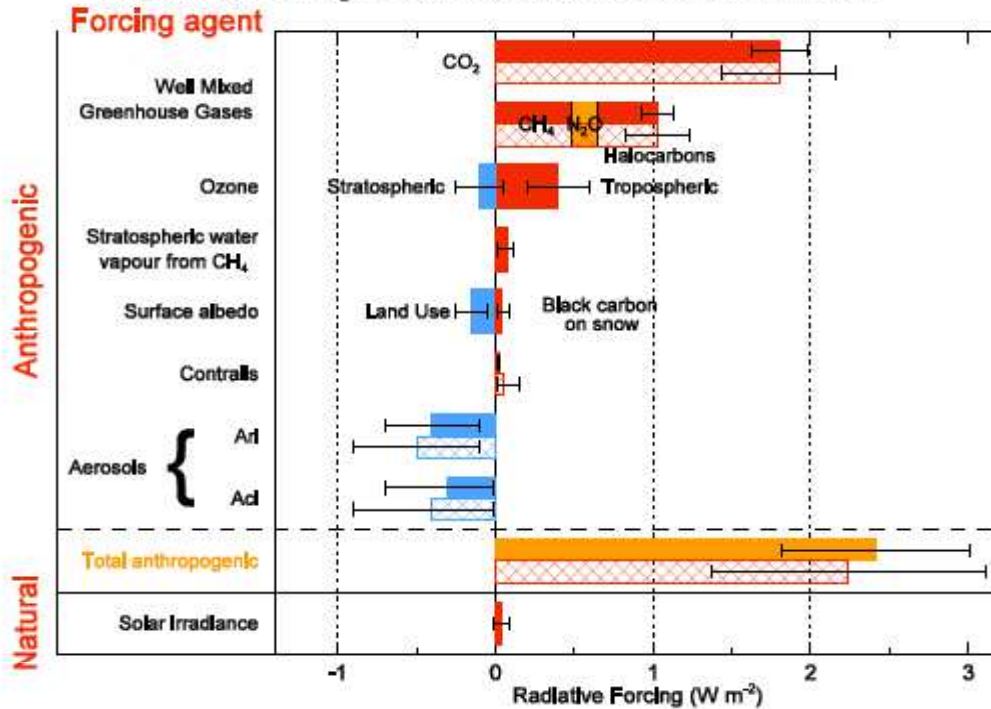


- Sestava ozračja se spreminja
- Spremenjena sta naravni ogljikov in dušikov cikel

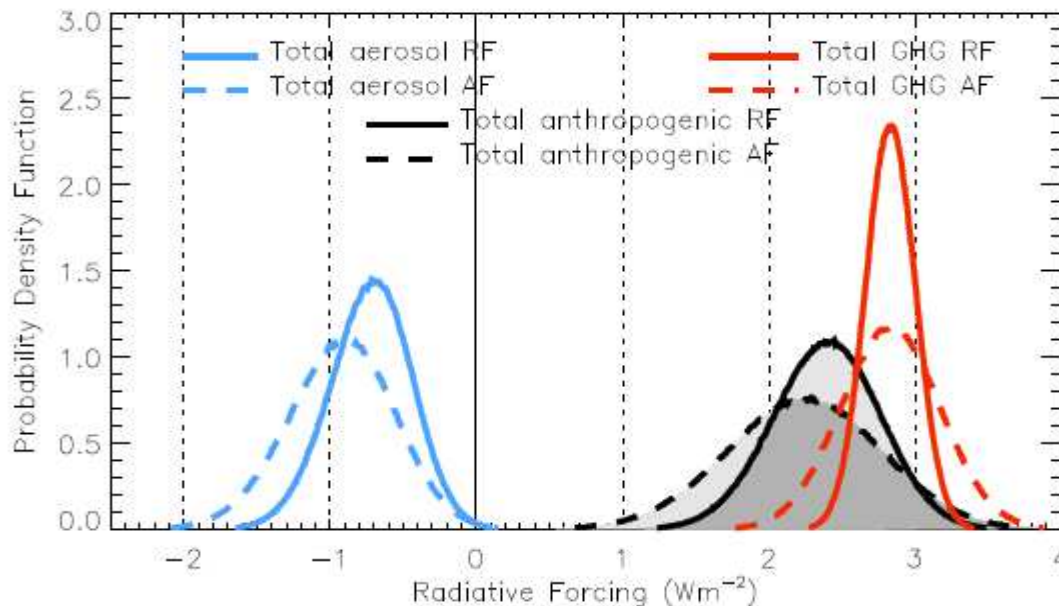
Kratka zgodovina znanosti o podnebnih spremembah

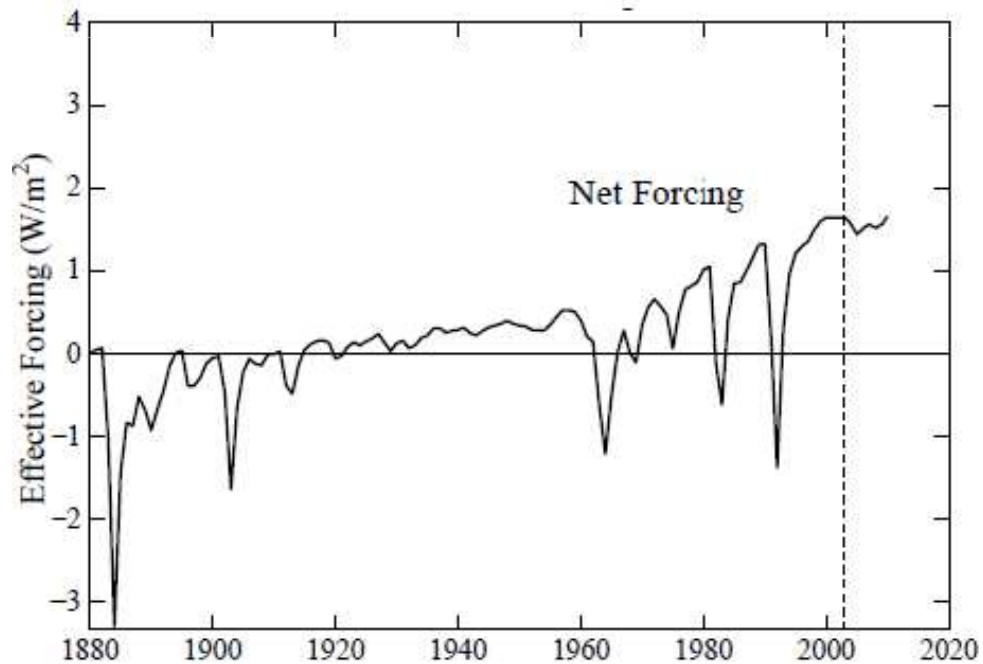
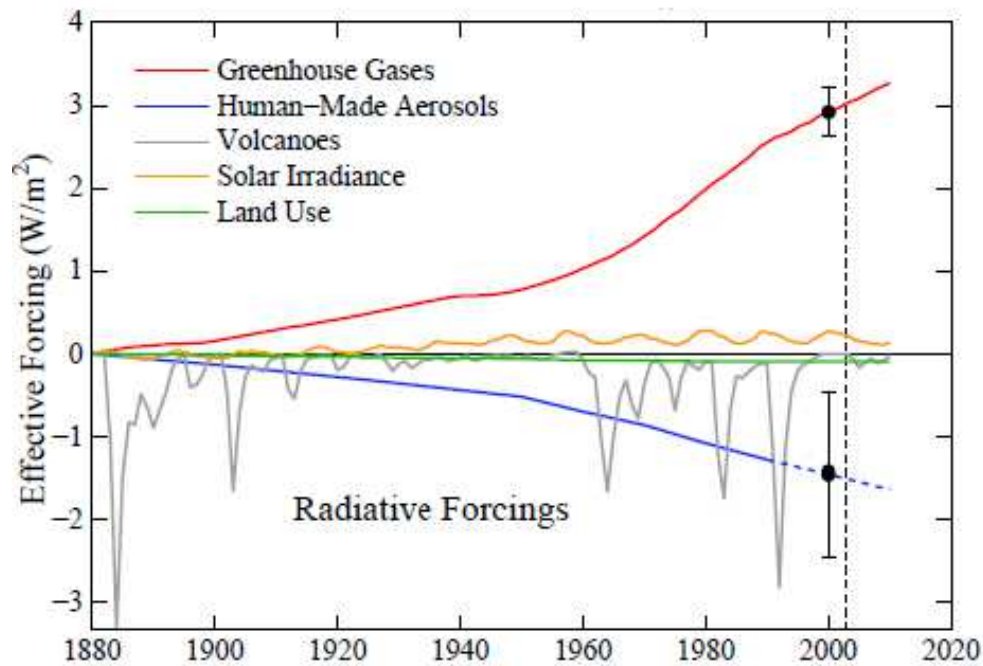
- **1827** Fourier hipotetično predpostavi delovanje učunka tople grede na Zemlji
- **1860** Tyndall ugotovi, da sta CO₂ and vodna para toplogredna plina (poveže pojav ledenih dob in manjše koncentracije CO₂)
- **1896** Svente Arrhenius z modelom izračuna velikost globalnega ogrevanja ob podvojitvi in štirikrat večji vsebnosti CO₂
- **1930** Guy Callendar odkrije korelacijo med časovnimi vrstami temperature in CO₂
- **1958** Charles Keeling začne z neposrednimi merjenji vsebnosti CO₂ v ozračju (Mauna Loa, Havaji)
- Od leta 1980 vidni znaki spreminjanja podnebja

Radiative forcing of climate between 1750 and 2011



- ☐ Radiative Forcing for the well-mixed greenhouse gases depend on how their concentration have evolved, and are very well understood.
- ☐ Aerosols also induce a (negative) radiative forcing, though the magnitude is much less constrained





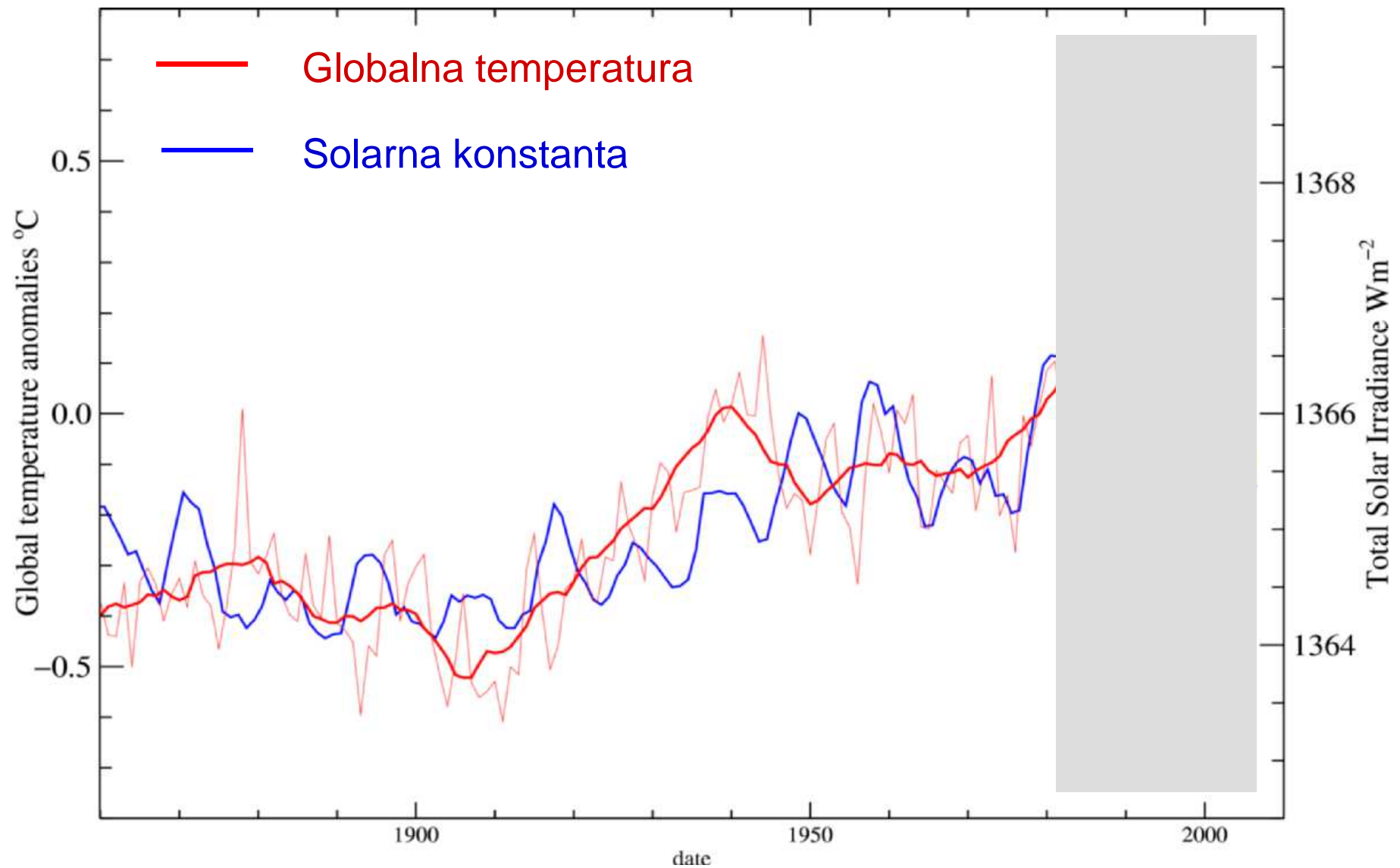
K spremembam globalne energijske bilance planeta vedno prispeva več dejavnikov

Vir: NASA, 2013

http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/

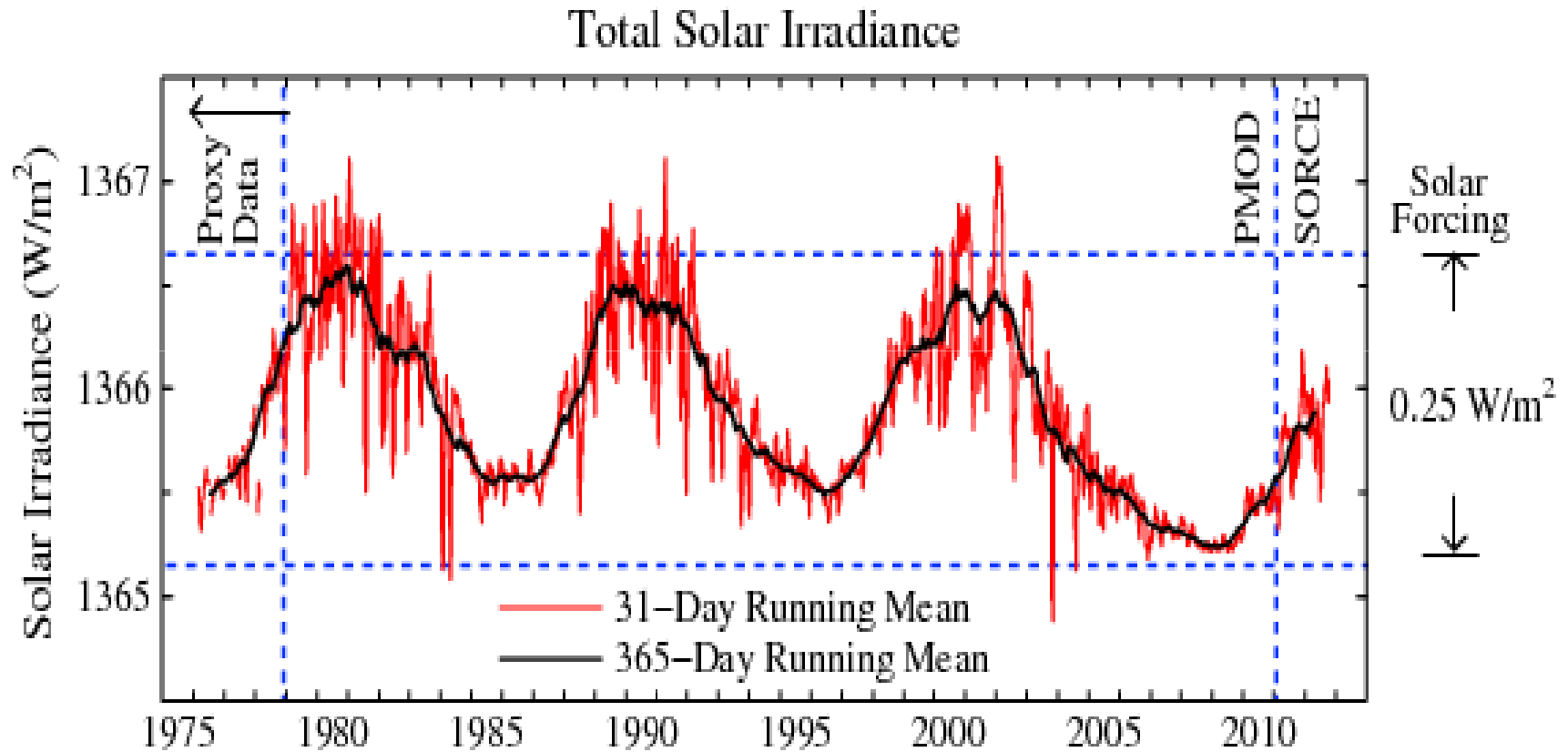
Sonce ni vzrok podnebnim spremembam

Met Office Hadley Centre

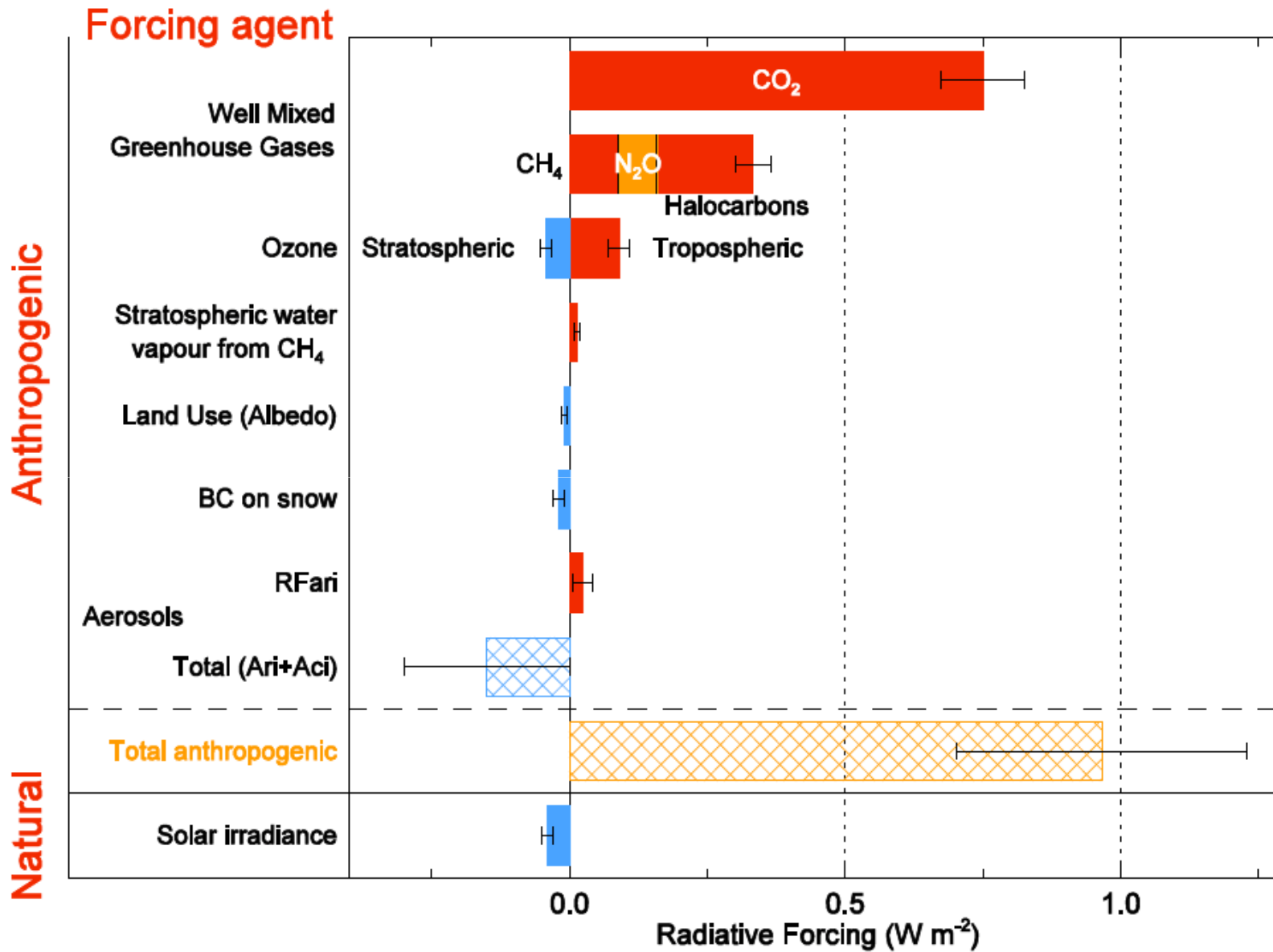


Sončno sevanje je zadnja leta na najnižji točki

<http://www.pmodwrc.ch/pmod.php?topic=tsi/composite/SolarConstant>

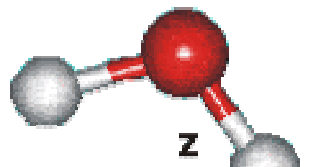
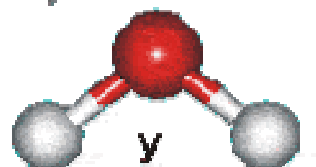
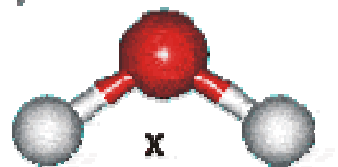
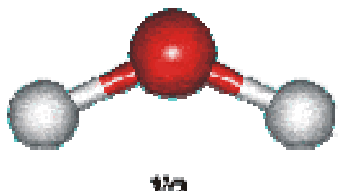
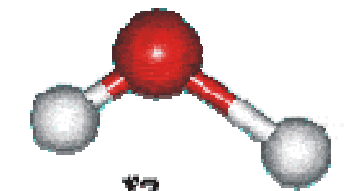
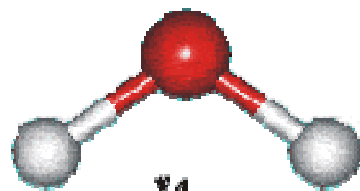
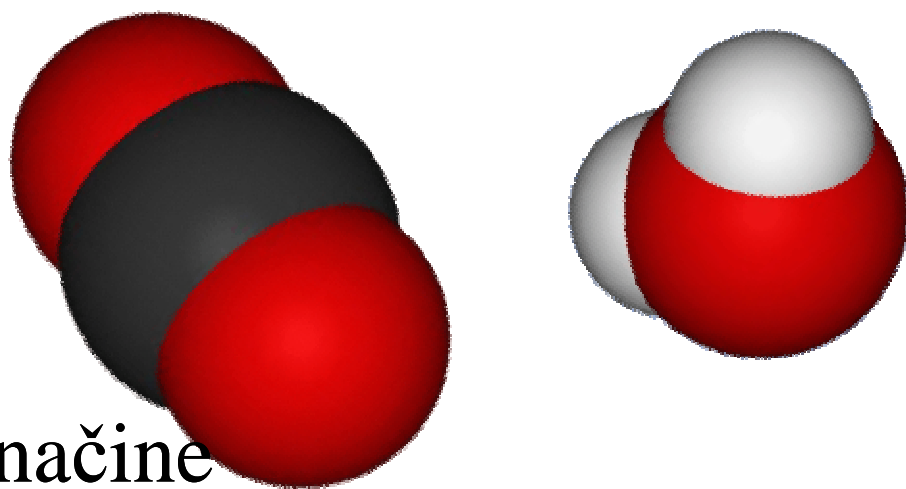


Radiative forcing of climate between 1980 and 2011

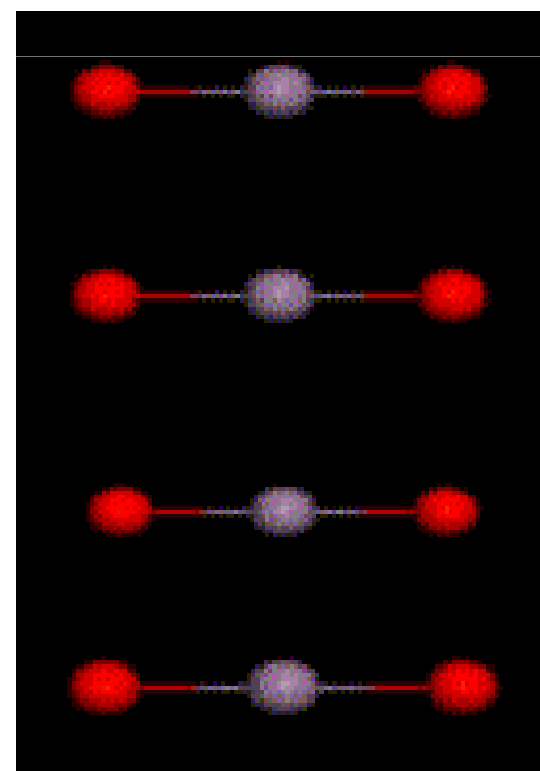


Lastnosti toplogrednih plinov

H₂O in CO₂ molekule sevajo energijo na različne načine



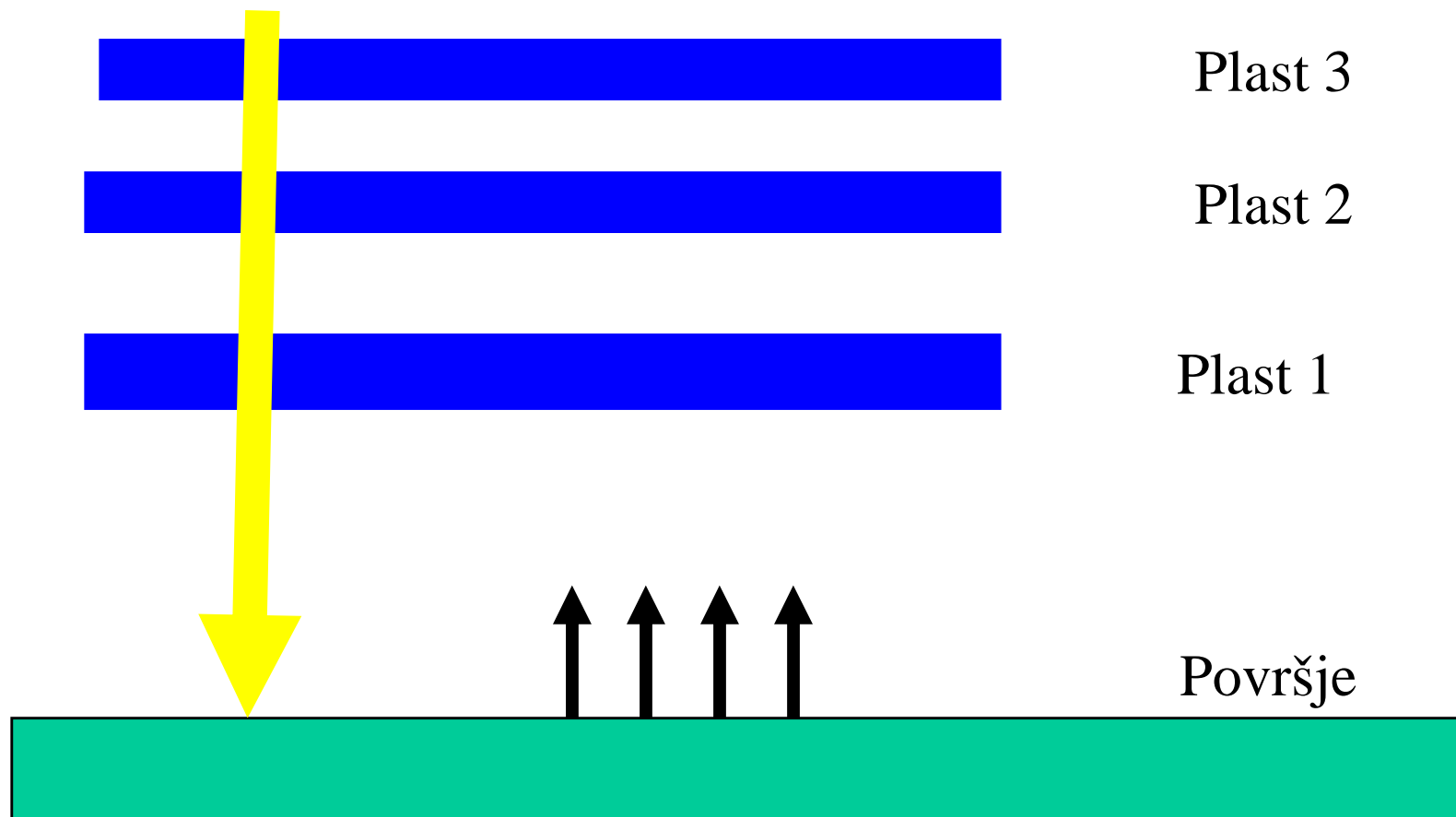
vibrations



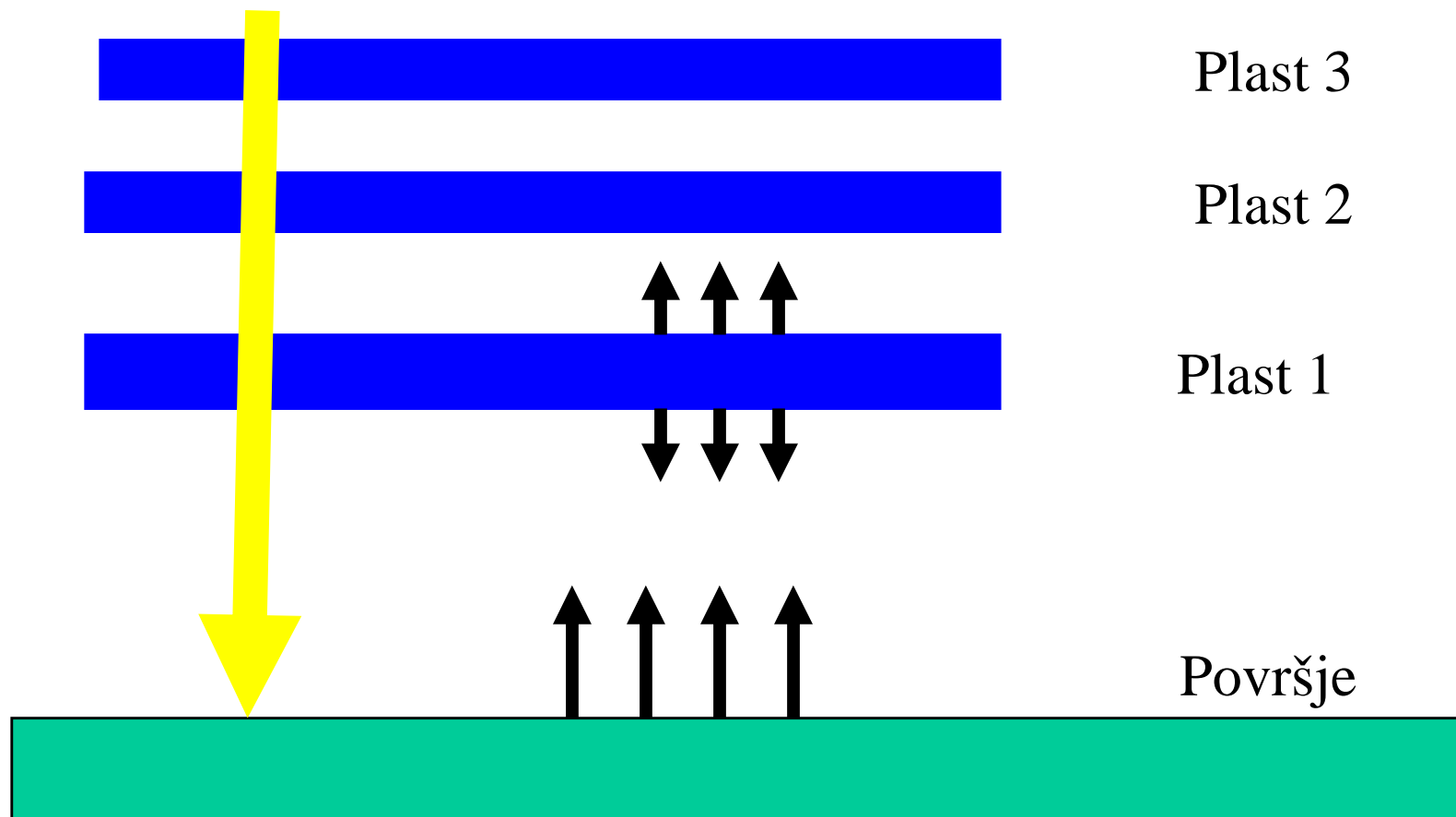
Sončno KV sevanje



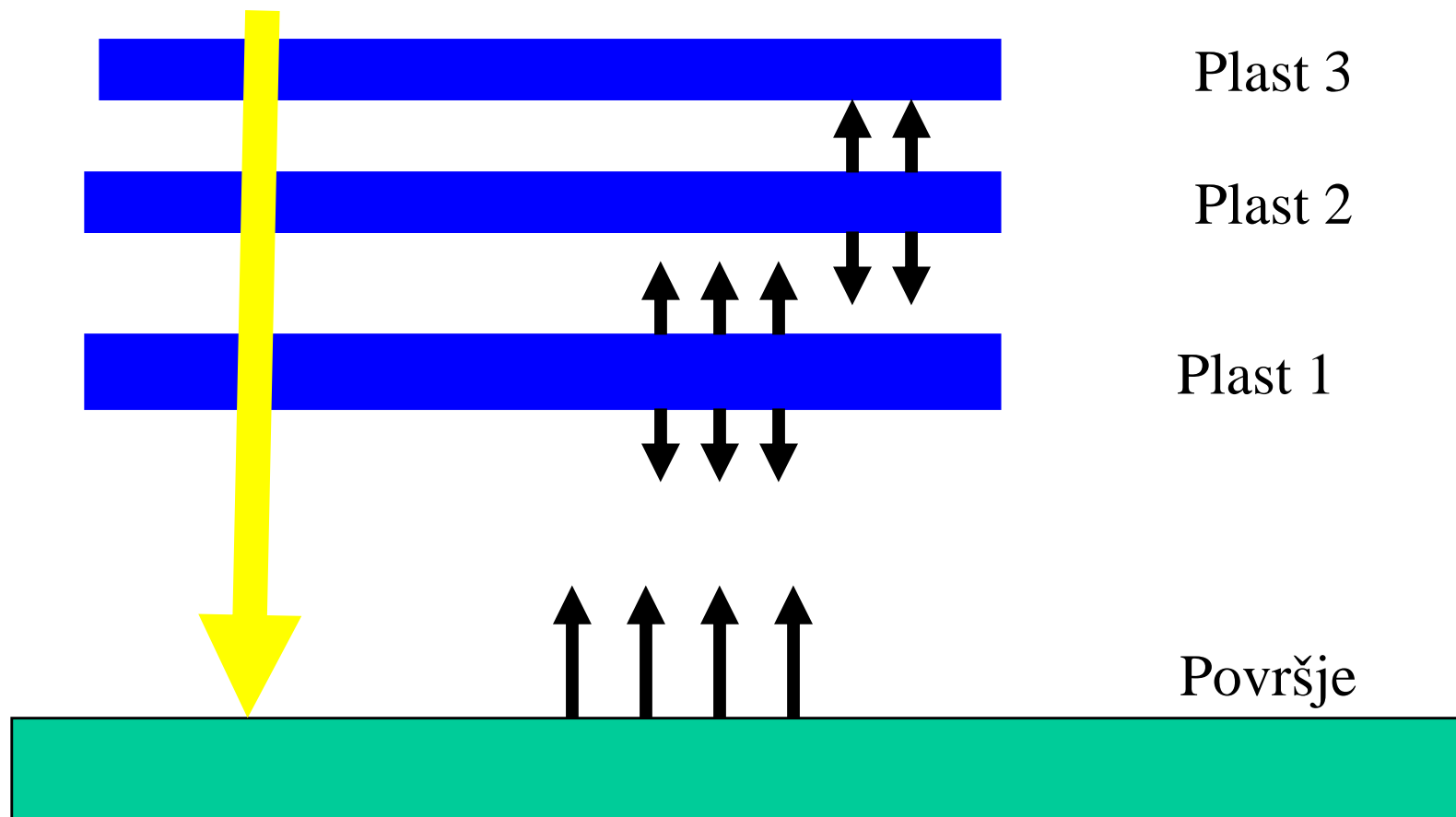
Sončno KV sevanje



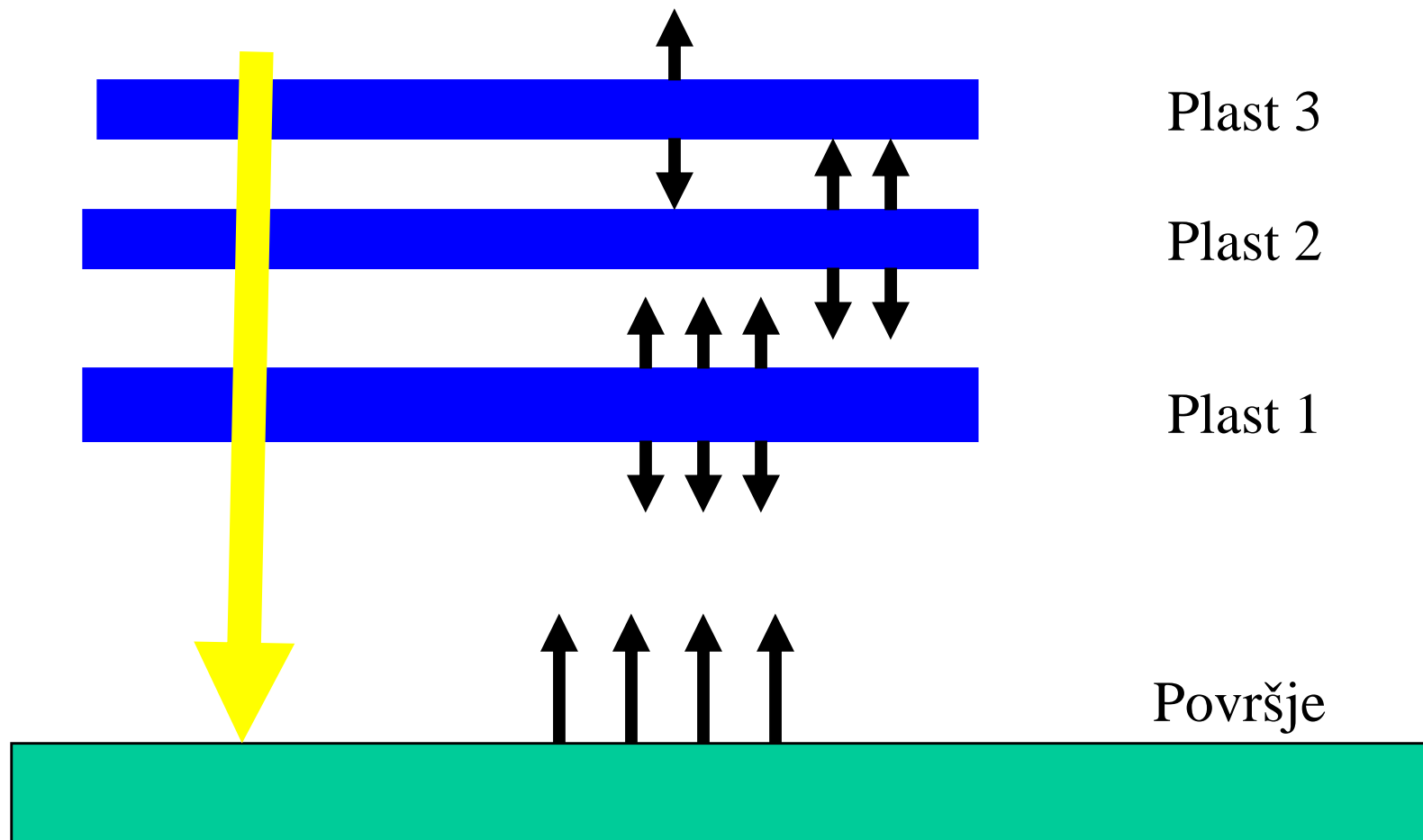
Sončno KV sevanje



Sončno KV sevanje

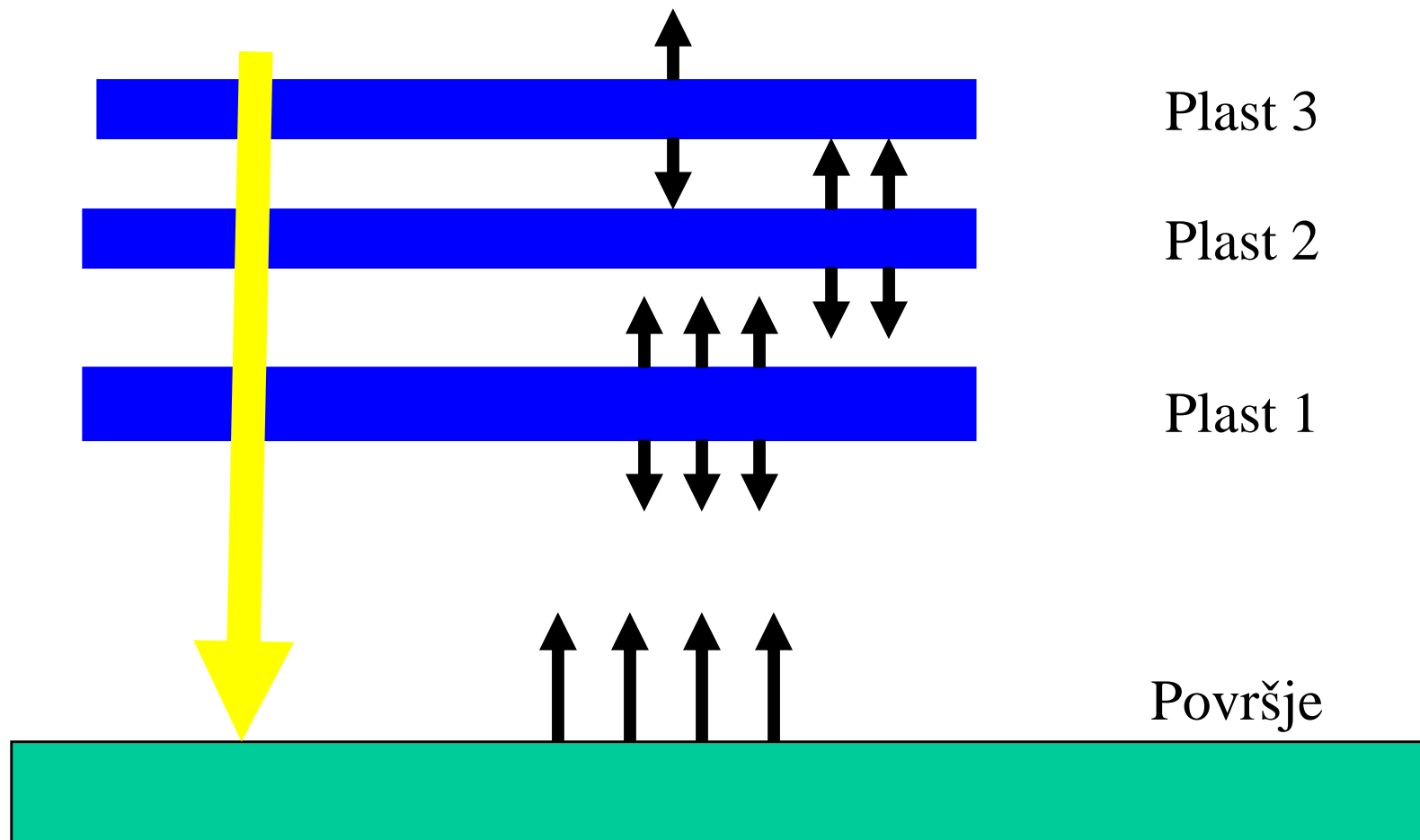


Sončno KV sevanje



Sončno KV sevanje

Izgubljeno v vesolje



Plast 3

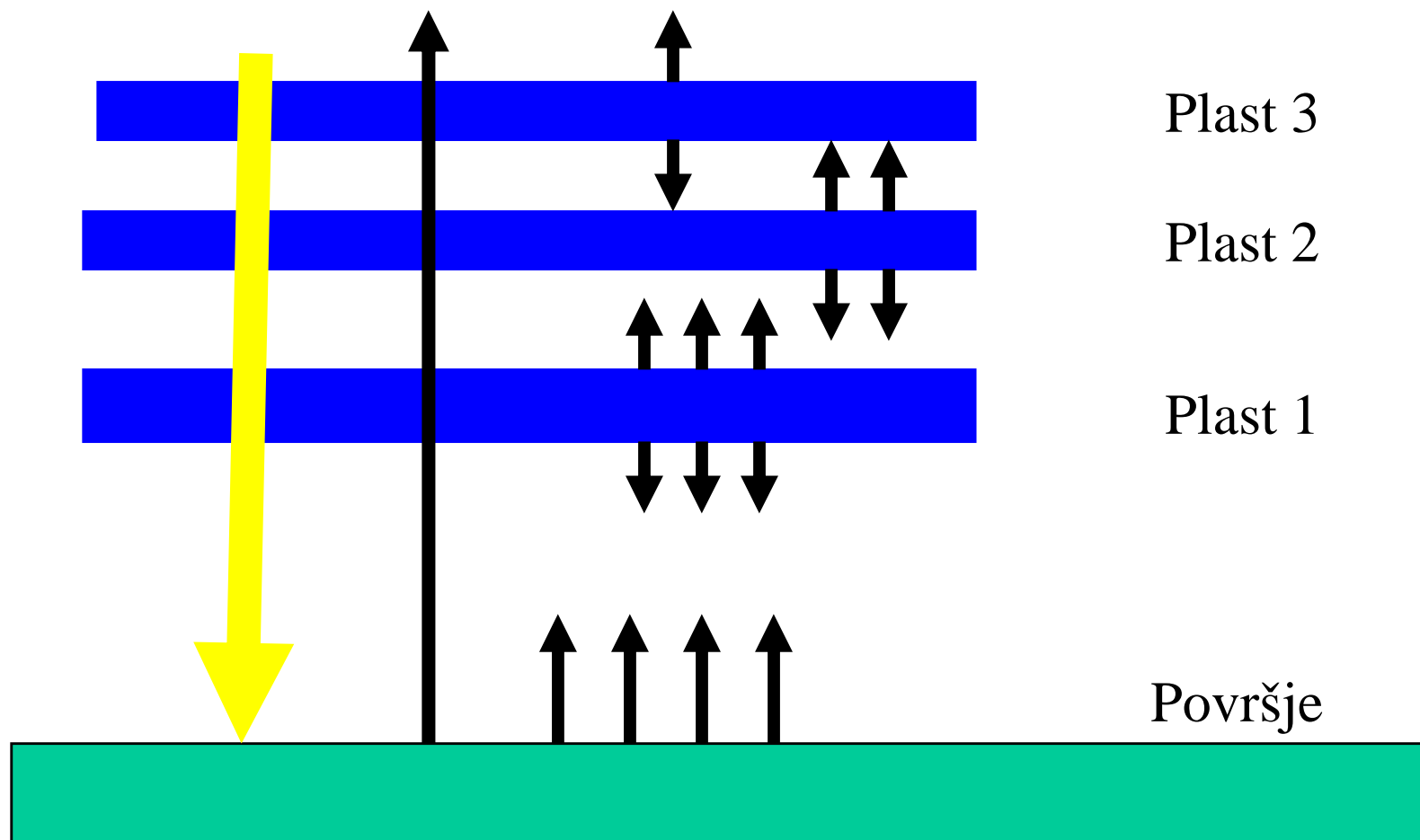
Plast 2

Plast 1

Površje

Sončno KV sevanje

Izgubljeno v vesolje



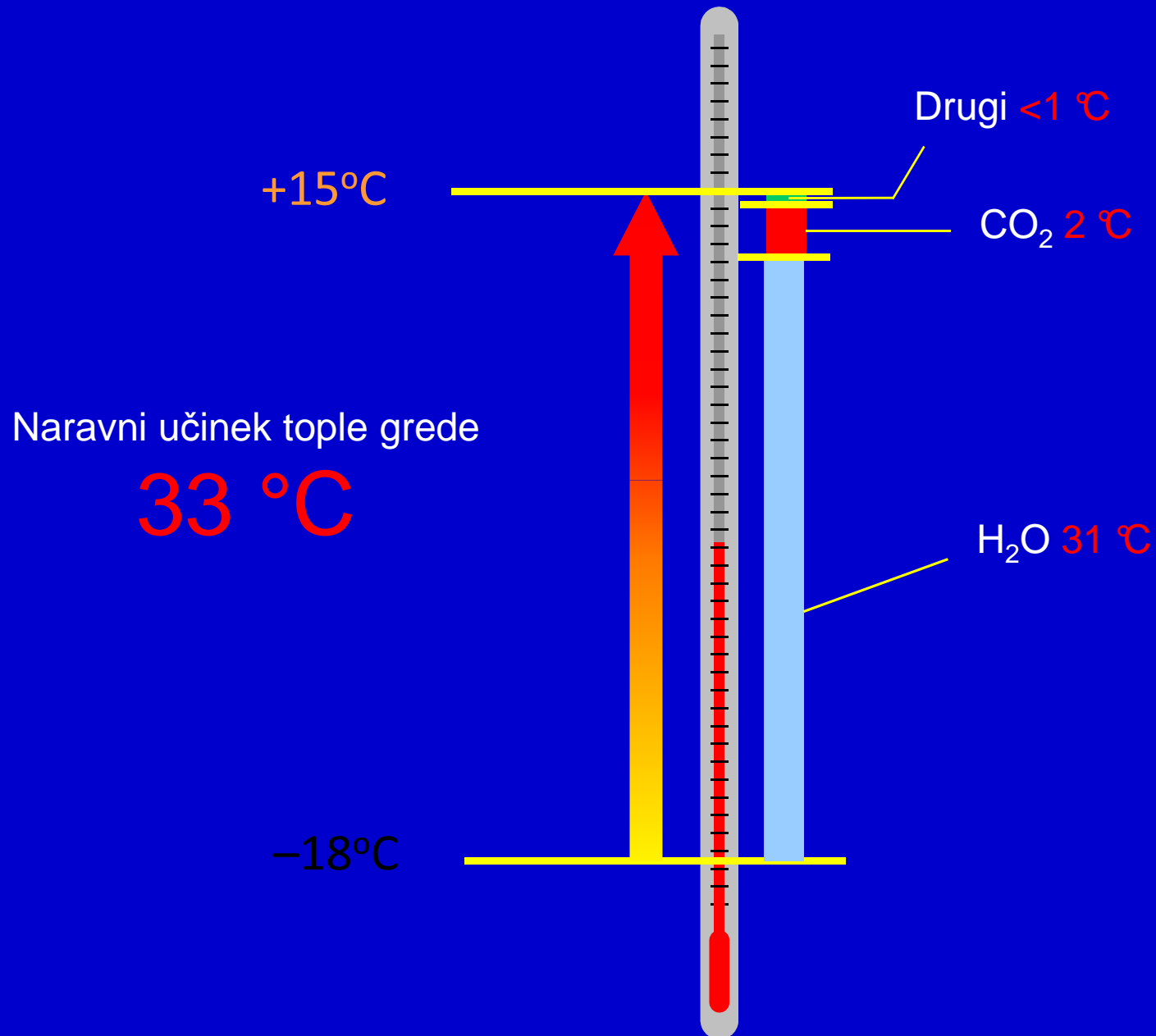
Plast 3

Plast 2

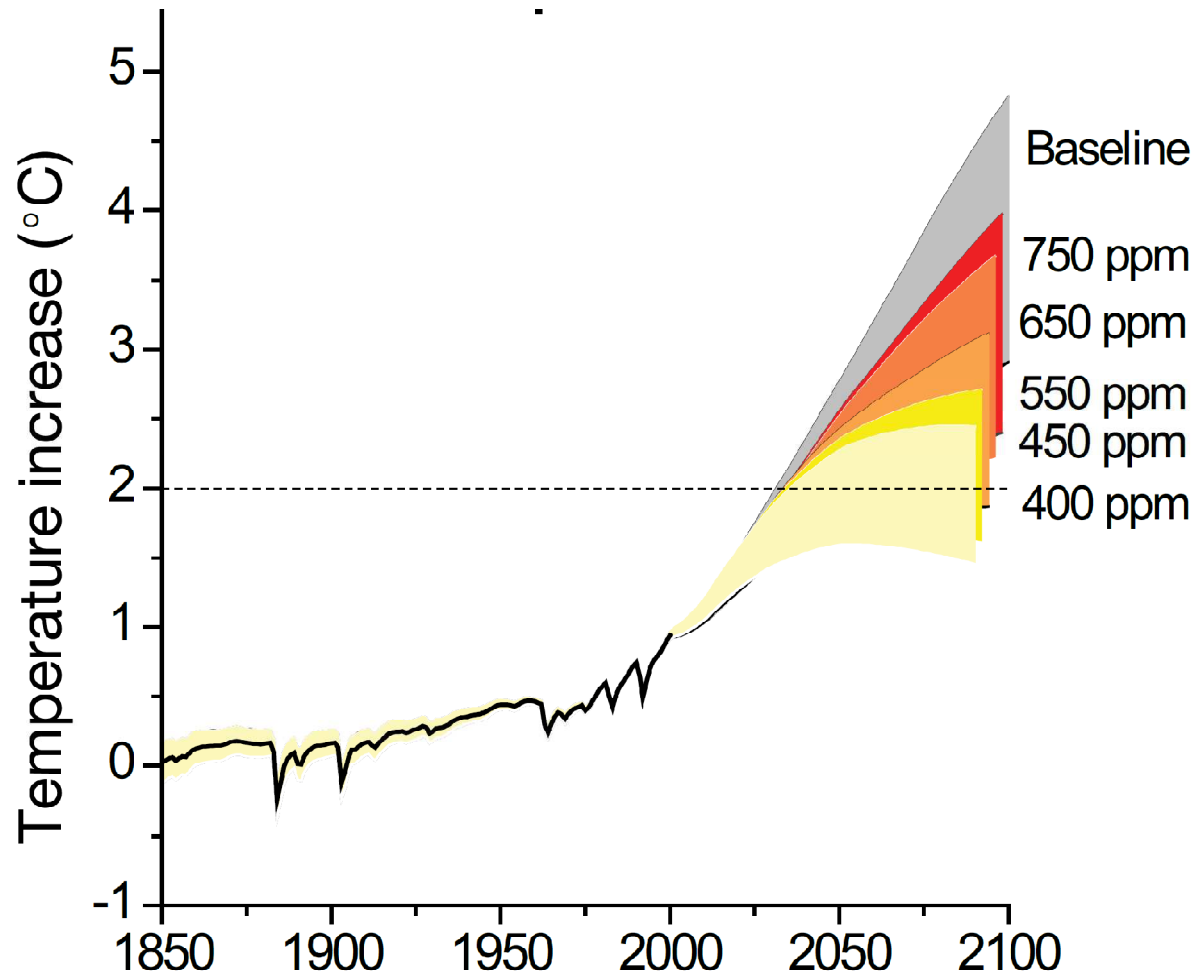
Plast 1

Površje

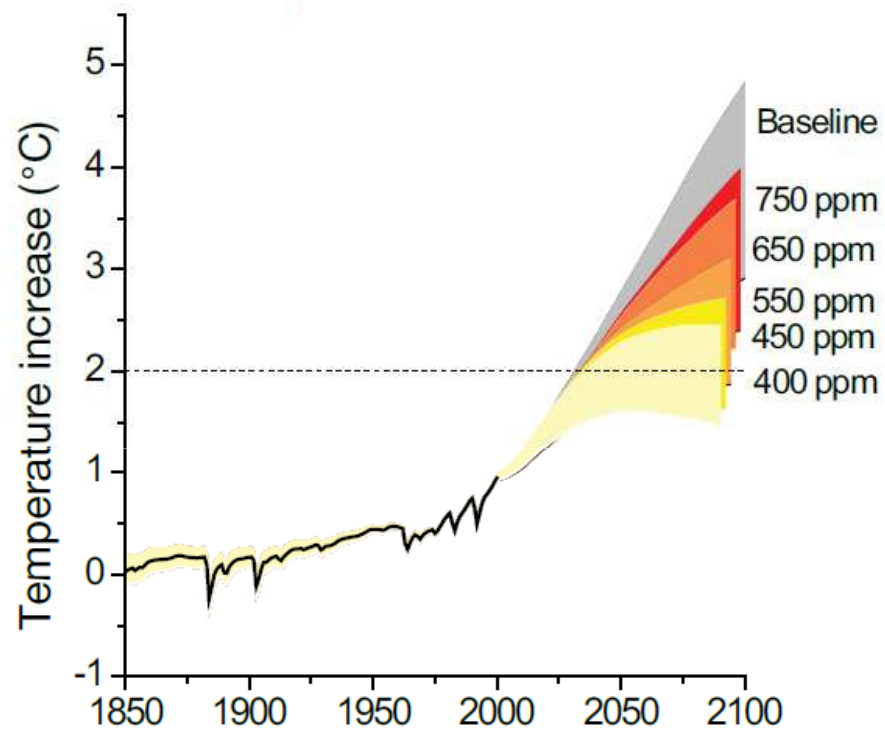
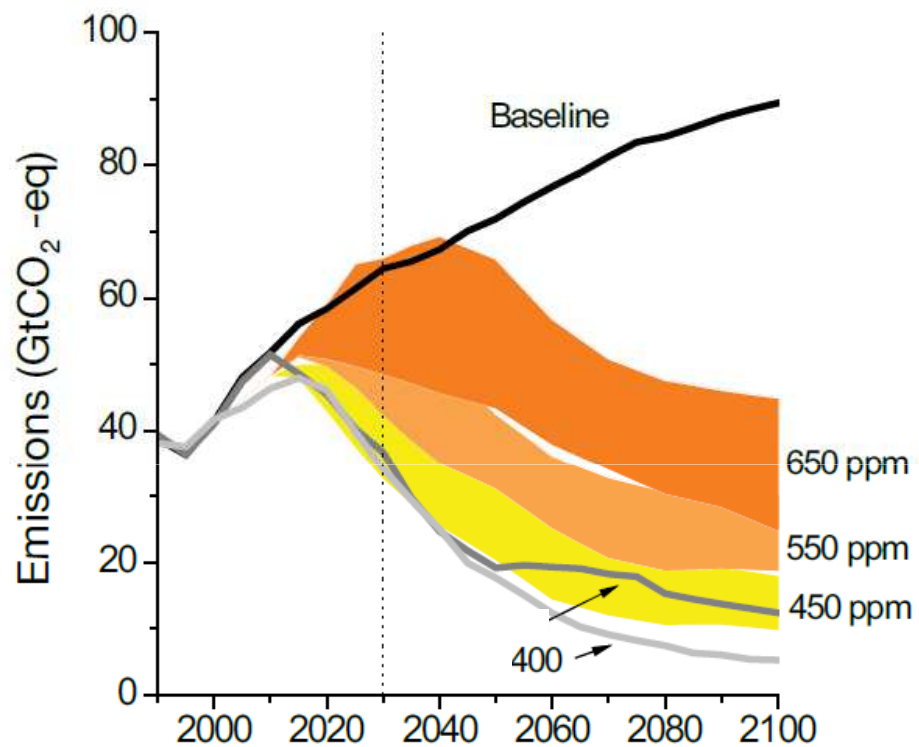
Kaj določa temperaturo na Zemeljskem površju?



IN KAKŠNA JE PROGNOZA?

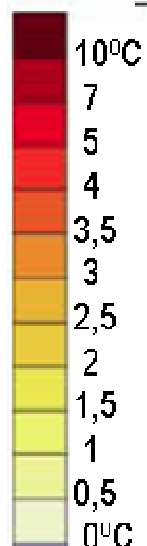
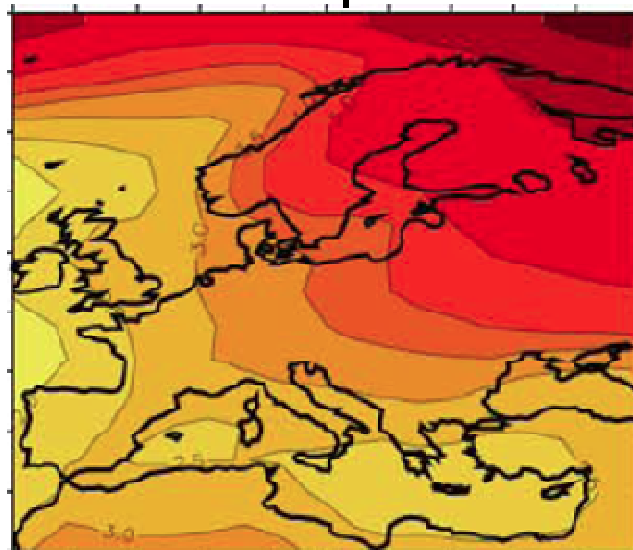


BODOČI IZPUSTI TGP IN NARAŠČANJE GLOBALNE TEMPERATURE

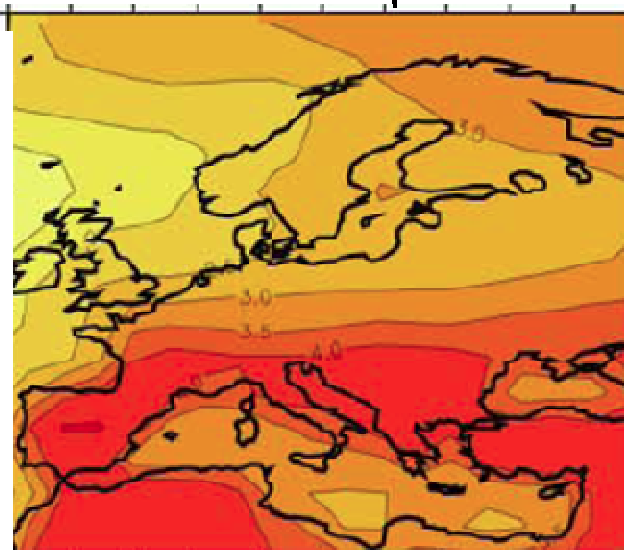


Sprememba temperature zraka in padavin do konca stoletja

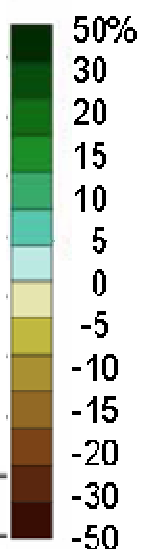
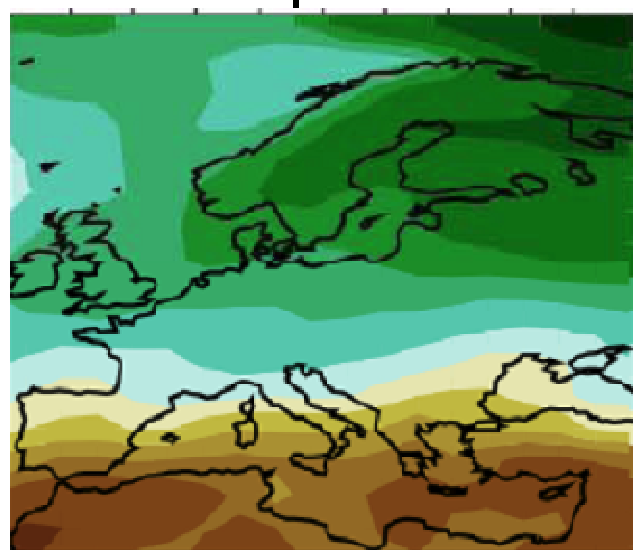
ZIMA - temperatura



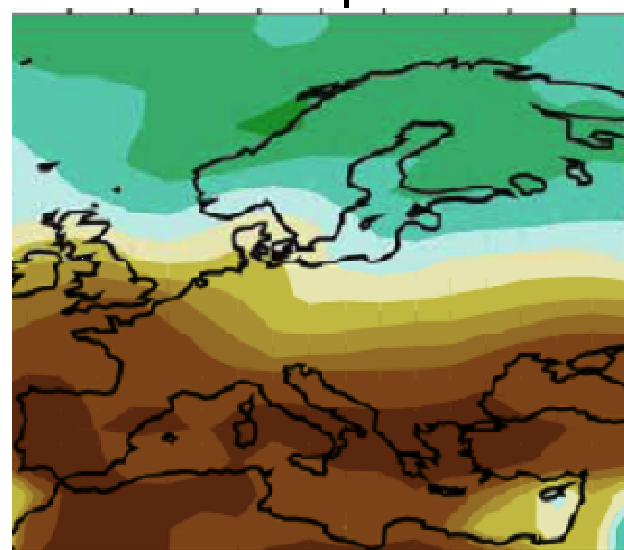
POLETJE - temperatura

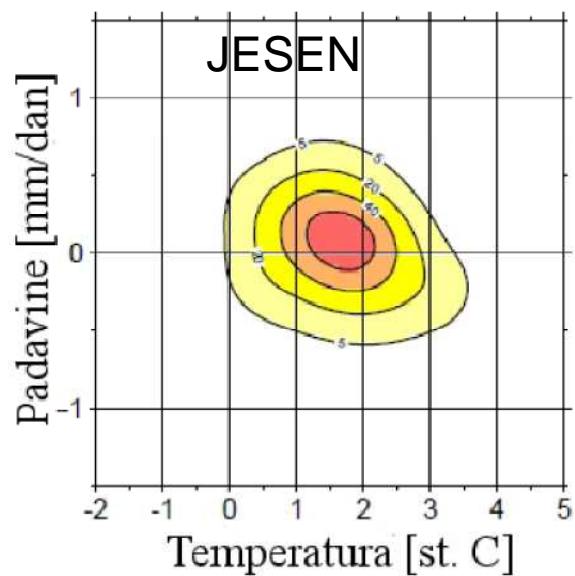
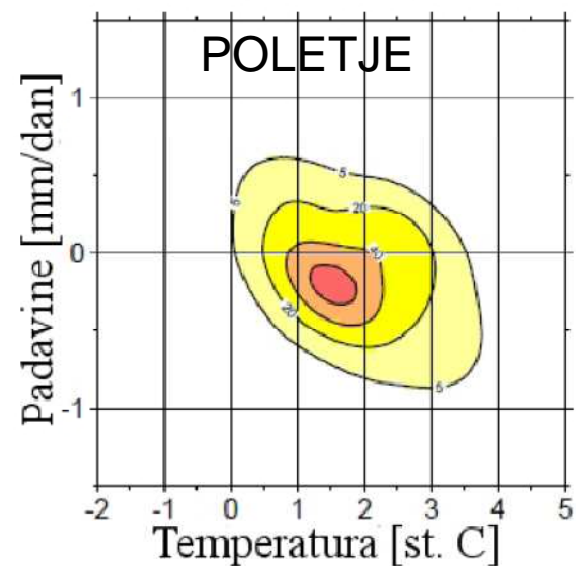
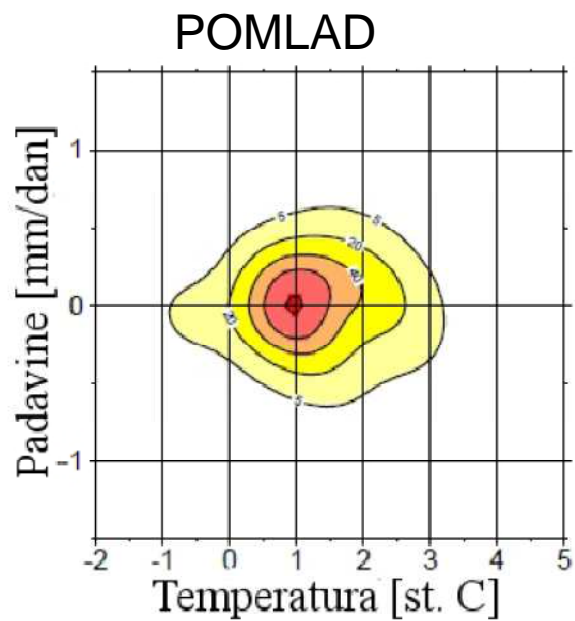
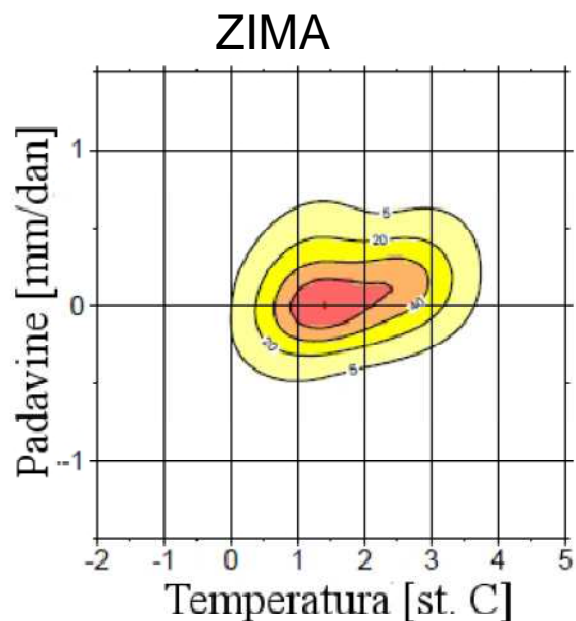


ZIMA - padavine



POLETJE - padavine



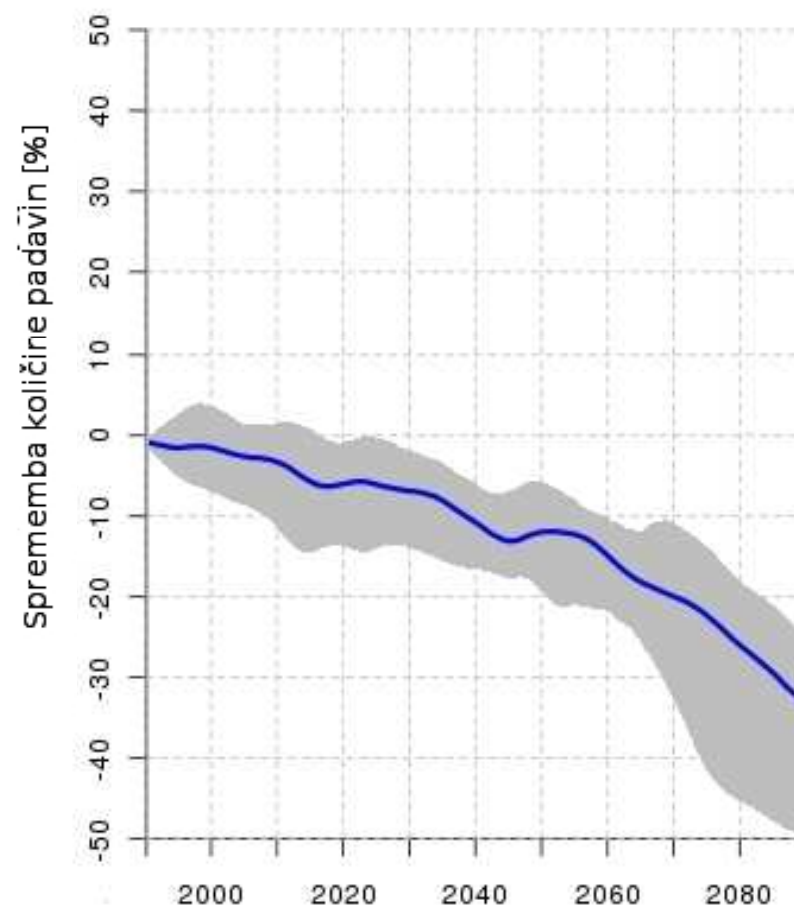
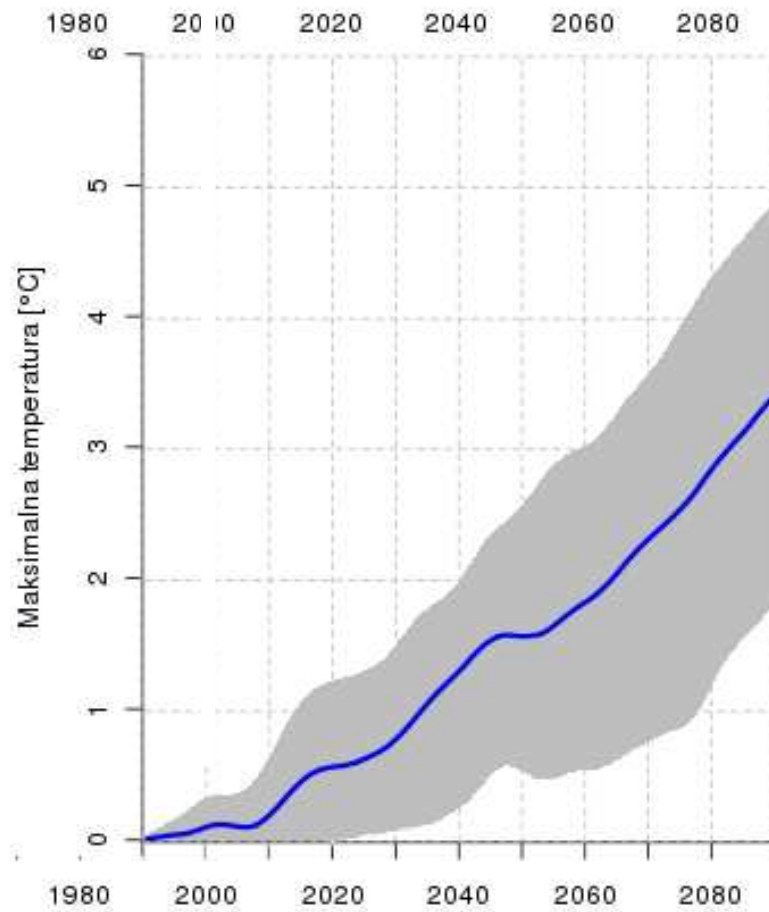


Gostote verjetnosti
za spremembo
temperature zraka
ter
intenzitete
dnevni padavin
za Ljubljano

Obdobje 2021-2050
glede na obdobje
1961-1990

(Deque, 2009)

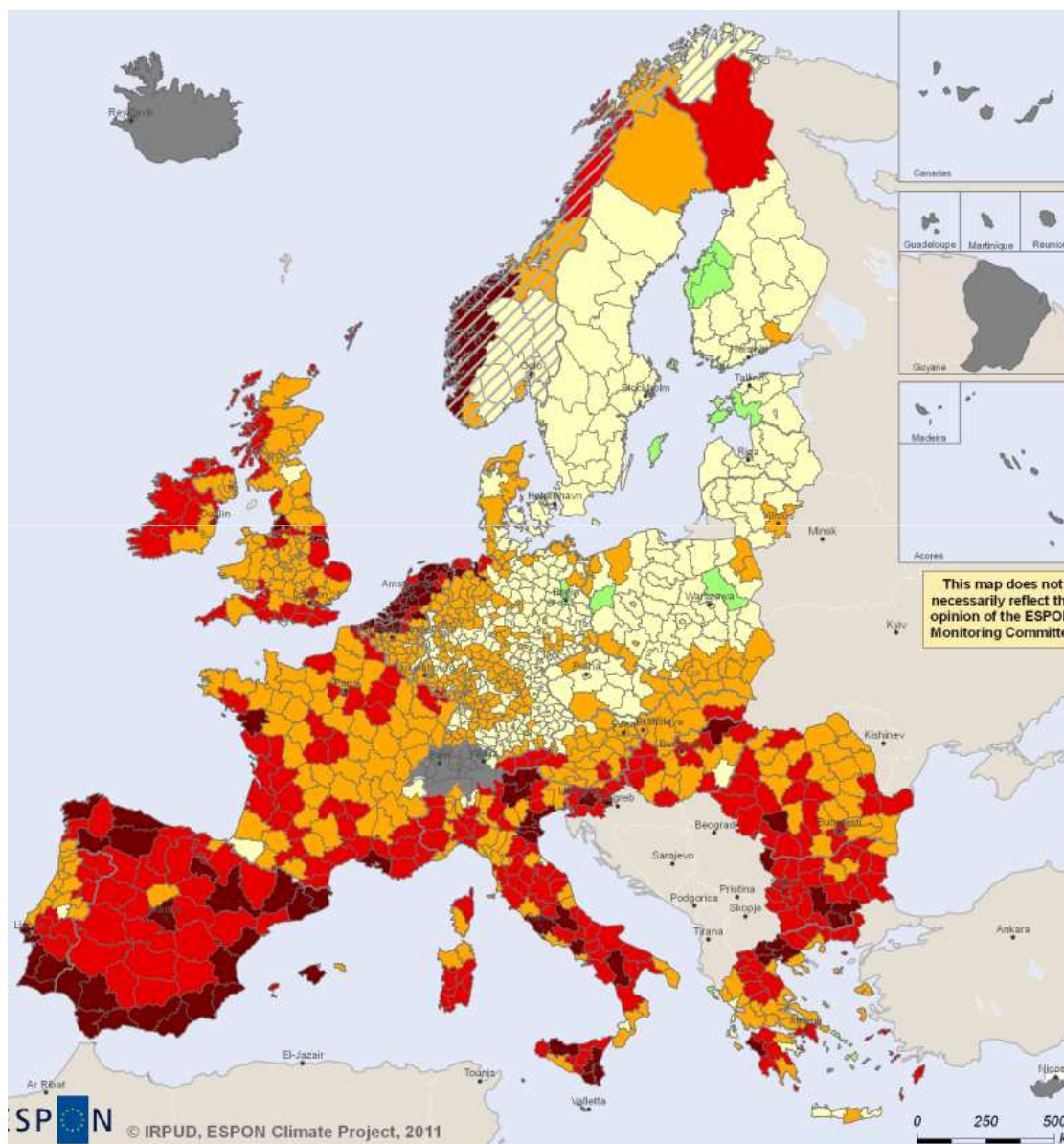
Projekcije sprememb Tmax in količine padavin v Murski Soboti poleti (referenčno obdobje 1961-1990)



Vplivi podnebnih sprememb v Evropi v 21.stoleju

Vpliv na sektorje in sisteme		deli Evrope				
		Severna	Atlantska	Srednja	Sredozemlje	Vzhodna
Vodni viri	Poplave	↓↓	↓↓	↓↓↓	↓	↓↓↓
	Dostopnost vode	↑↑	↑↑		↓↓↓	↓↓
	Vodni stres	↑↑	↑↑	↓	↓↓↓	↓↓
Kmetijstvo in ribištvo	Primerne obdelovalne površine	↑↑↑	↑↑	↑	↓↓	↓
	Kmetijske površine	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓
	Jarine (koruza, sončnice)	↑↑↑	↑↑	↑	↓↓↓	↓↓
	Ozimna žita	↑↑↑	↑↑	↑ do ↓	↓↓	↑
	Potrebe po namakanju		↑ do ↓	↓↓	↓↓↓	↓
	Energijske rastline	↑↑↑	↑↑	↑	↓↓	↓
	Živinoreja	↑ do ↓	↓	↓↓	↓↓	↓↓
	Morski ribolov	↑↑	↑		↓	

Poročilo JRC DG Regio's 2020 „THE CLIMATE CHANGE CHALLENGE FOR EUROPEAN REGIONS“



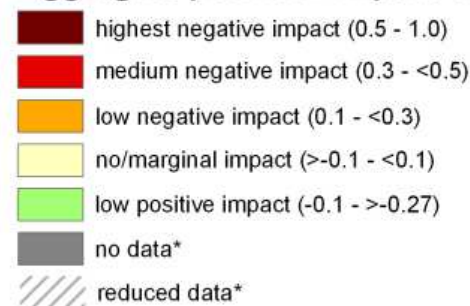
INDEKS RANLJIVOSTI ZARADI PODNEBNIH SPREMENB

Od 0 do 1

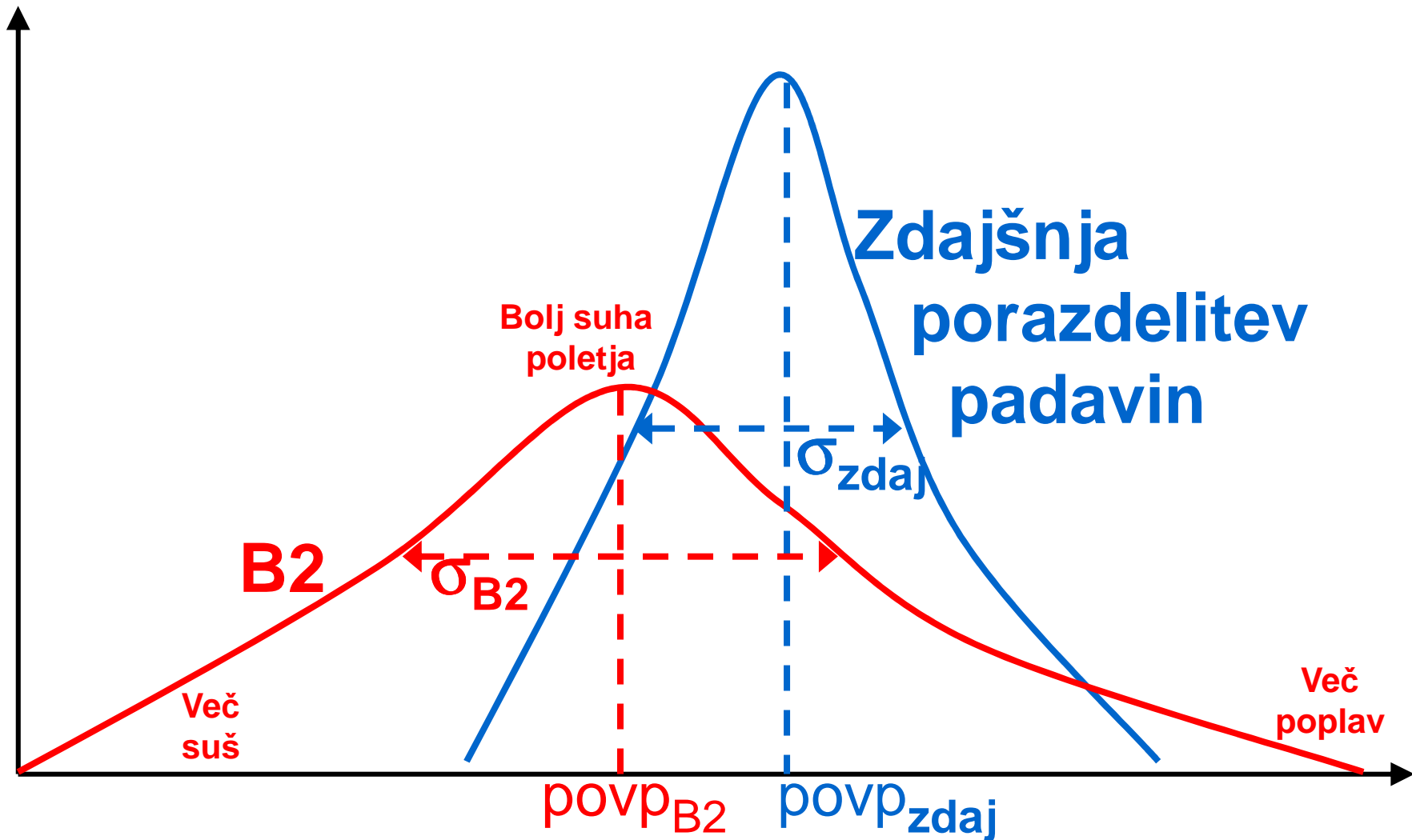
Upošteva

Tveganje suš, poplav, prizadetost
kmetijstva, turizma

Aggregate potential impact of climate change

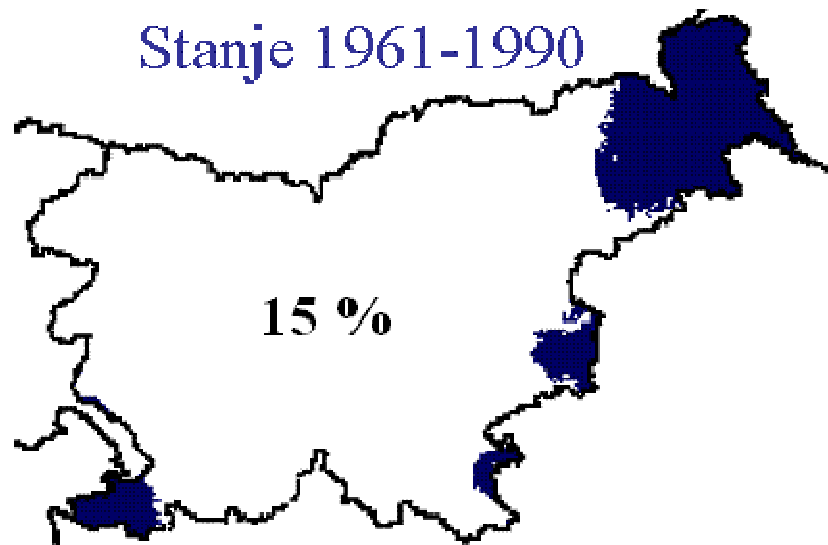


Porazdelitev padavin

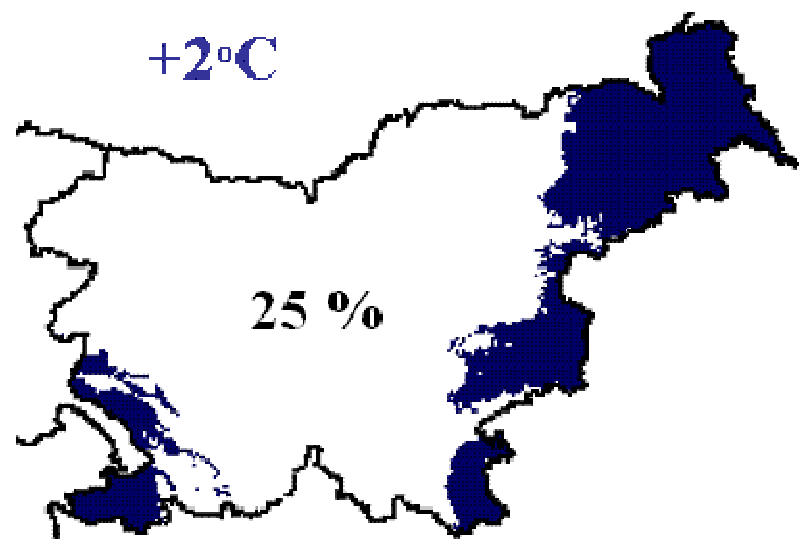


Površine s potencialnim primankljajem vode poleti v Sloveniji

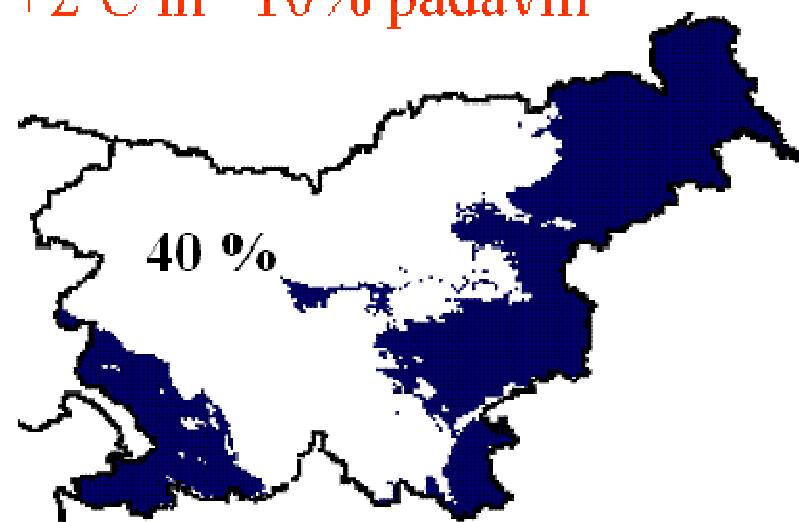
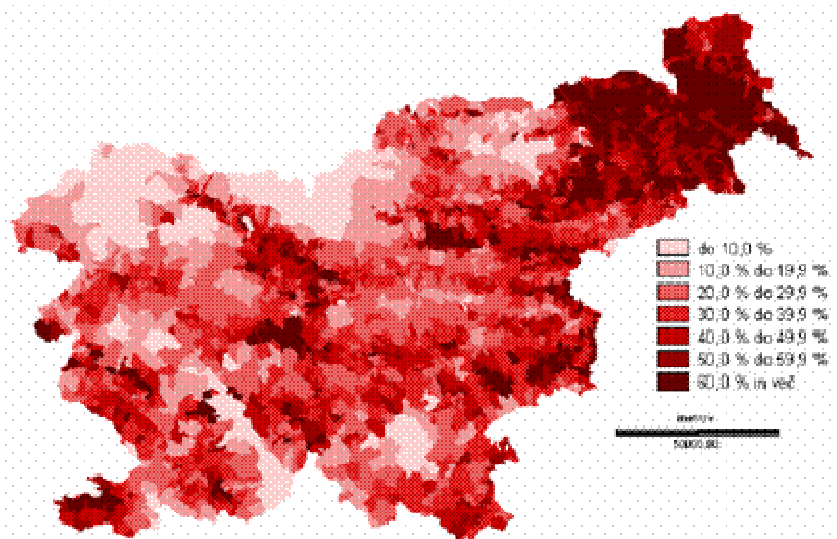
Stanje 1961-1990



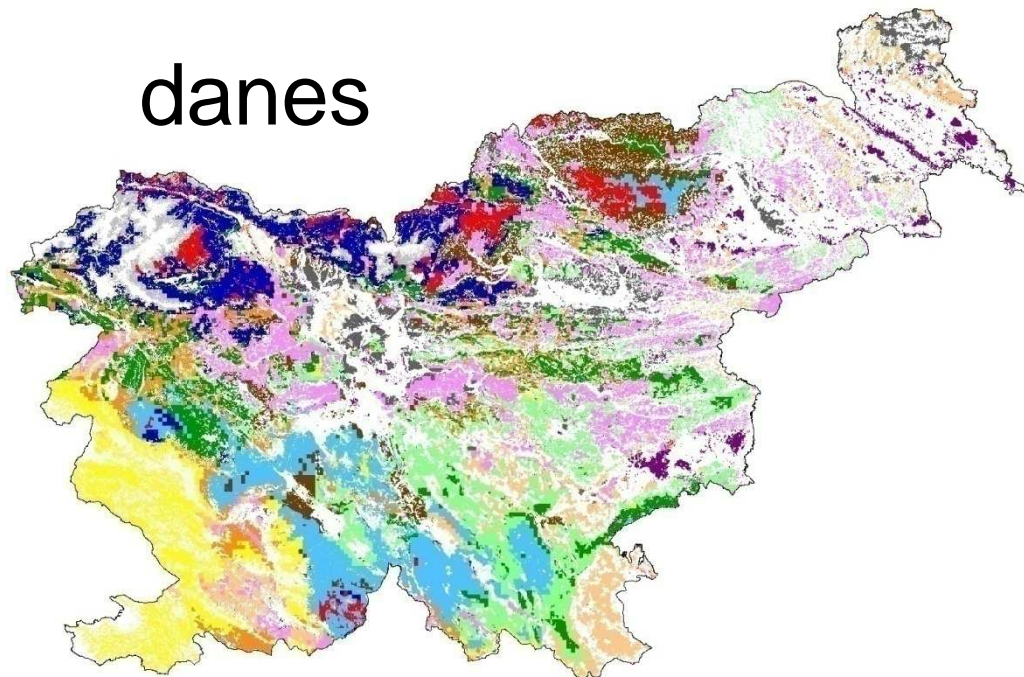
+2°C



+2°C in -10% padavin

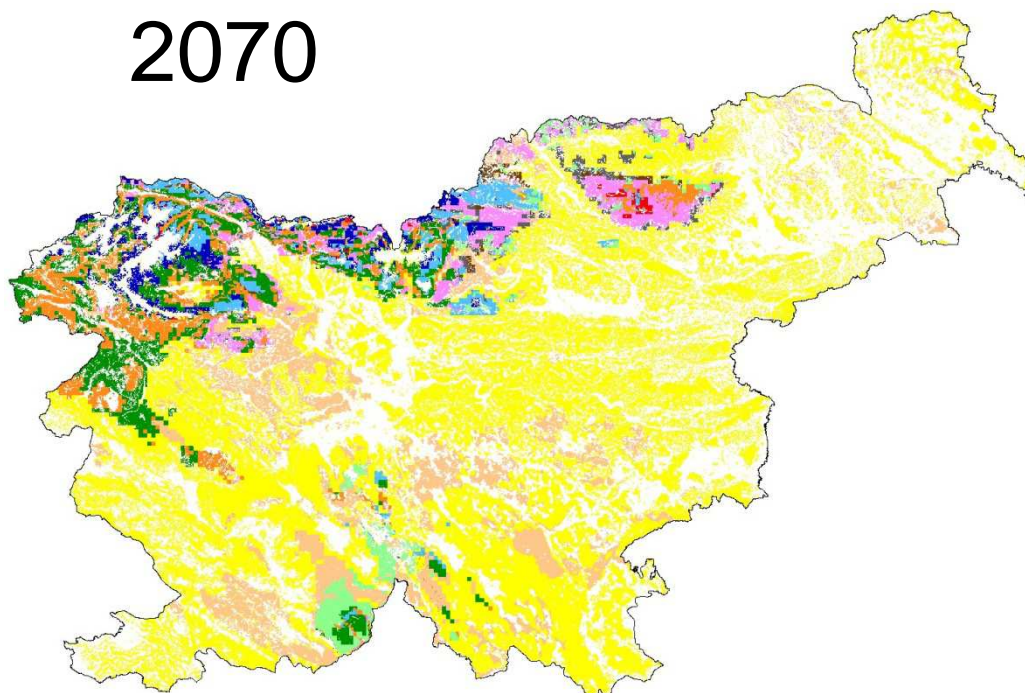


danes

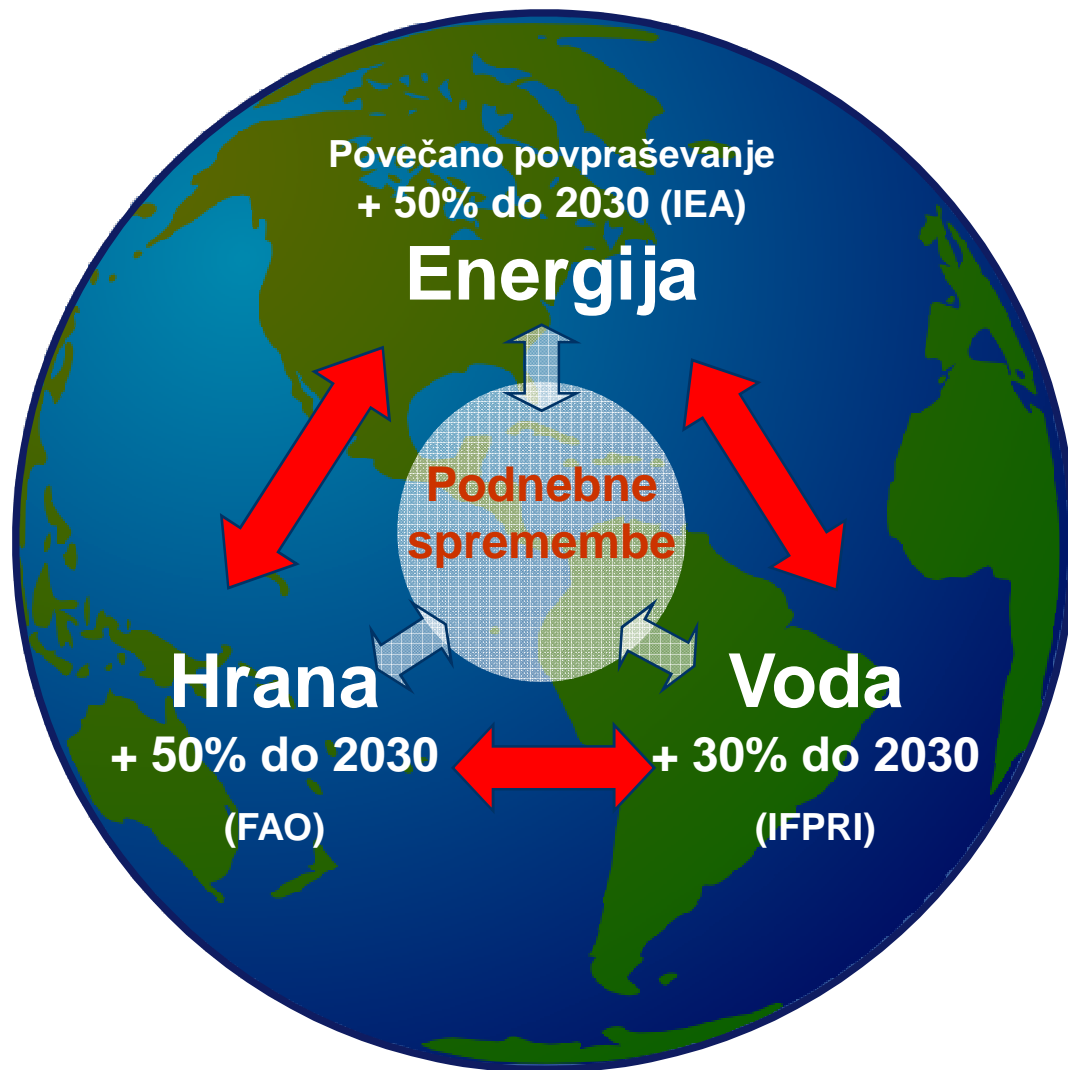


- Acidofilna bukovja
- Acidofilna rdečeborovja
- Predgorska bukovja
- Gorska bukovja
- (Visoko)gorska bukovja v (pred)alpskem območju
- (Visoko)gorska bukovja v (pred)dinarskem območju
- Termofilna bukovja
- Kolinska hrastova-belogabrovja
- Nižinska vrbovja, jelševja in dobovja
- Termofilna črnogabrovja, hrastovja, rdečeborovja
- Jelovja
- Smrekovja
- Ruševja

2070



Ključna vprašanja prihodnosti



Beddington, 2009



**Kakšne izbire
torej imamo?**

IZBIRE

IMAMO 3 opcije:

- Blaženje - ukrepi za zmanjšanje hitrosti in obsega antropogeno povzročenih podnebnih sprememb.

Zmanjšanje emisij TGP, povečanje ponorov za TGP in razne načine geoinženiring-a

- Prilagajanje, ukrepi za zmanjšanje negativnih učinkov podnebnih sprememb, na človekovo blaginjo.

Spremenjeno kmetovanje, okrepljena zdravstvena zaščita pred novimi boleznimi, izgradnja protipoplavnih zaščit ipd.

- Trpljenje: prenašanje negativnih učinkov, ki se jih ne bomo uspeli ubraniti niti z blaženjem niti z prilagajanjem

KAKO OBVLADATI EMISIJE TGP?

$$C = P \times (BDP / P) \times (E / BDP) \times (C / E)$$



vsebnost ogljika v emisijah CO₂

4 glavne
spremenljivke

P	populacija
BDP / P	gospodarska aktivnost na osebo
E / BDP	energijska intenzivnost gospodarstva
C / E	ogljikova intenzivnost vira energije

$$C = P \times (BDP / P) \times (E / BDP) \times (C / E)$$

P = populacija, osebe

BDP / P = gospodarska aktivnost na osebo, \$/osebo

E / BDP = energijska intenzivnost gospodarstva, GJ/\$

C / E = ogljikova intenzivnost vira energije, kg/GJ

Leto 2005

$$6.4 \times 10^9 \text{ oseb} \times \$6500/\text{osebo} \times 0.012 \text{ GJ}/\$ \times 15 \text{ kgC}/\text{GJ} \\ = 7.5 \times 10^{12} \text{ kgC} = \underline{7.5 \text{ milijard ton C}}$$

IZBIRE ZA ZMANJŠEVANJE EMISIJ

Zmanjšati rast rabe energije z...

- zmanjšanjem rasti prebivalstva
- zmanjšano rastjo BDP na prebivalca

Zmanjšati energijsko intenzivnost gospodarstva

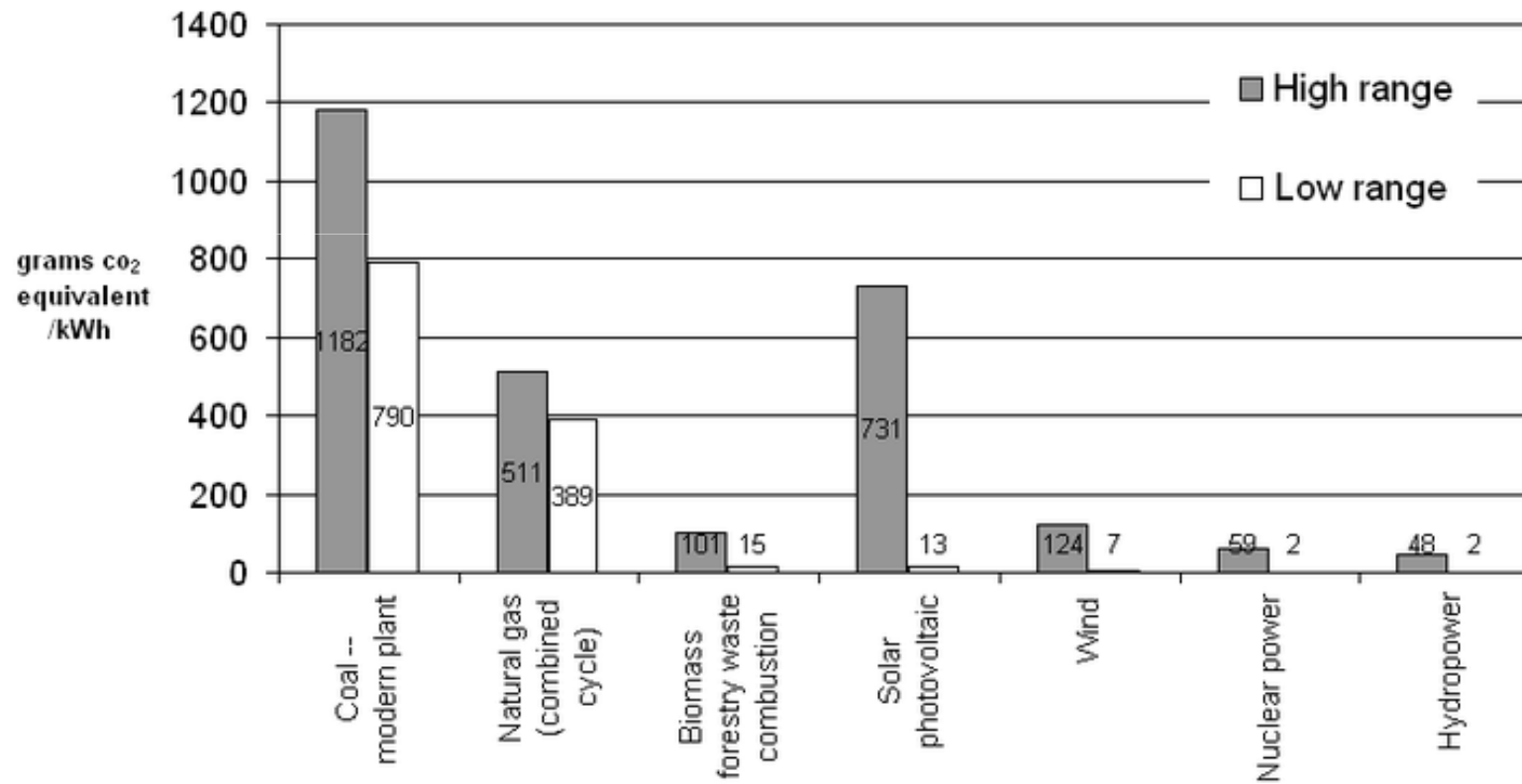
- Povečana učinkovitost pri pretvarjanju energije v končno obliko
- Povečana učinkovitost končne rabe energije
- Sprememba sestave gospodarskih aktivnosti

Zmanjšati ogljikovo intenzivnost vira energije z zamenjavo...

- nafte in premoga s plinom
- fosilnih goriv z obnovljivimi
- fosilnih goriv z jedrsko
- zajem in skladiščenje CO₂

Ogljikova intenzivnost vira energije (Zelo različne ocene)

Greenhouse Gas Emissions from Electricity Production



Source: IEA 2000

Ogljikova intenzivnost vira energije

Študija 2007 Oxford

premog = 755 g/kWh

zemeljski plin = 385 g/kWh

biomasa = 29 - 62 g/kWh

veter = 11 - 37 g/kWh

jedrska = 11 - 130 g/kWh

Tudi za proizvodjo energije je potrebna voda

Vrsta energije		Potrebna voda (m ³ /GJ)
Ne-obnovljiva	Zemeljski plin	0.11
	Premog	0.16
	Surova nafta	1.06
	Uran	0.09
obnovljiva	Vetrna energija	0.00
	Sončna	0.27
	Hidroenergija	22
	Biomasa	70 (od 10 do 250)

- **Vodni odtis energije**
- **Water consumed by energy type**

Tip energije	Raba vode (m³/MWh)
Veter	0.001
Plin	1
Premog	2
Jedrska	2.5
Nafta	4
Hidroenergija	68
Bio-goriva, 1 gen. (koruza, ZDA)	184
Bio-goriva, 1 gen. (sl. trs, Brazilija)	293

Masni tokovi pri proizvodnji 1 kWh elektrike

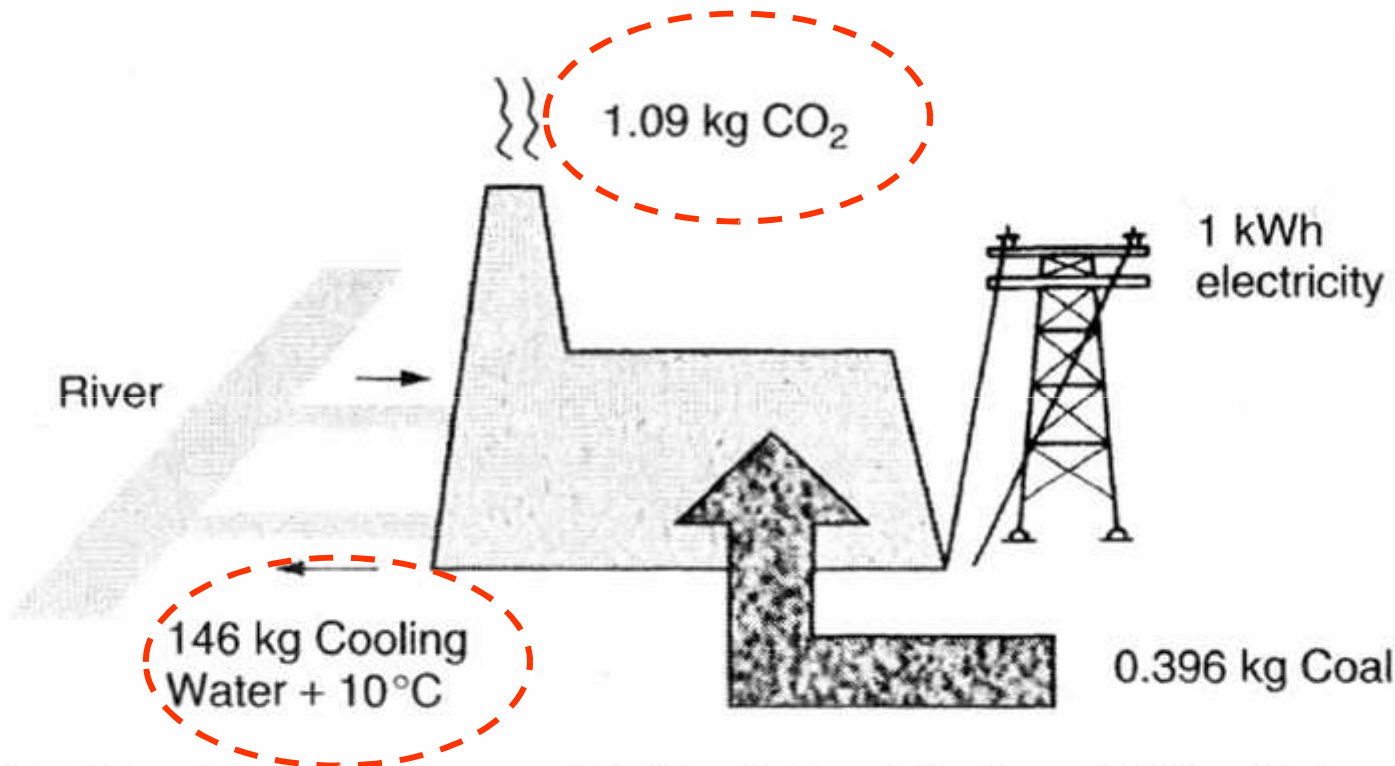
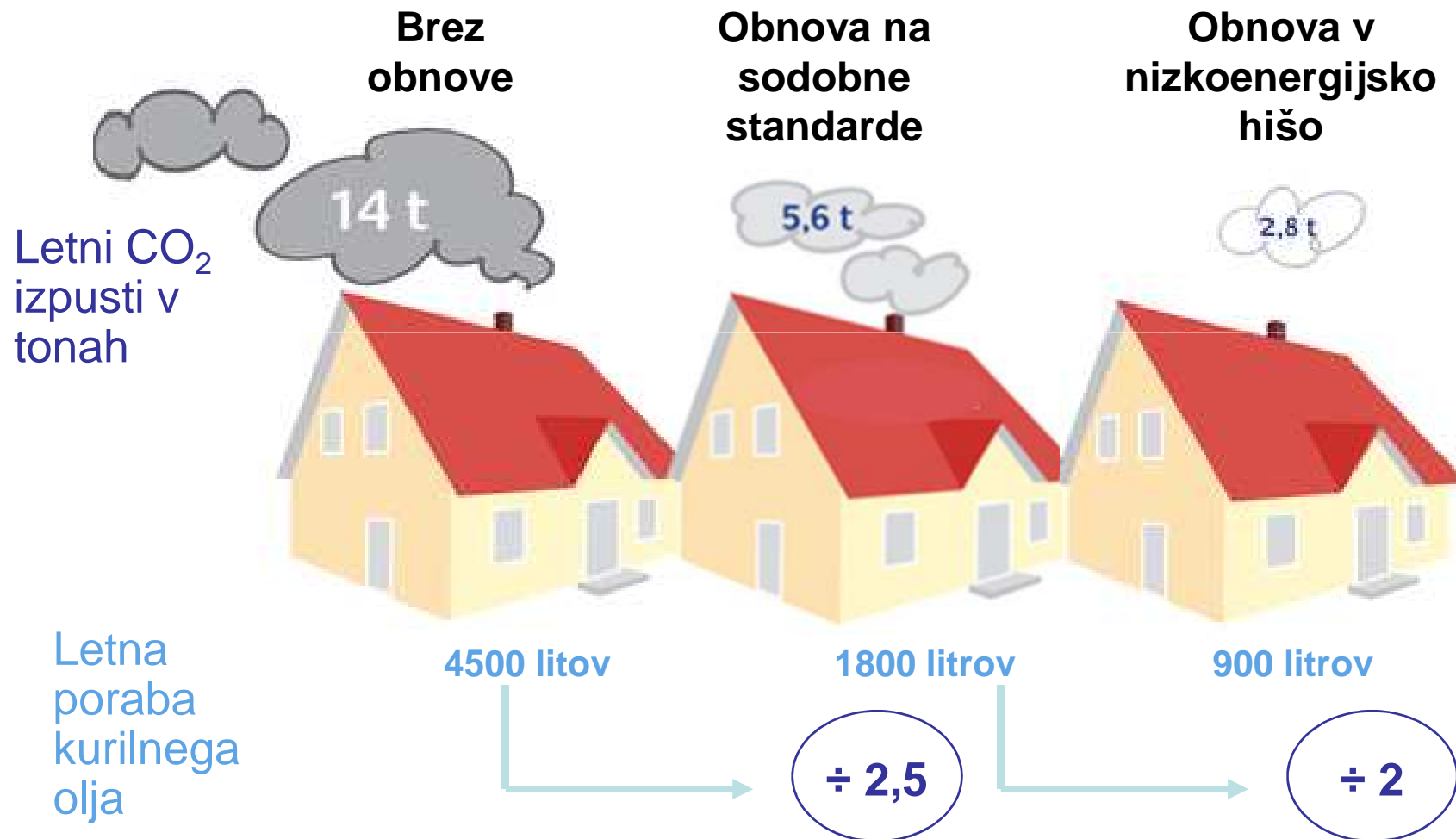


Figure 3.20 Mass flows to generate 1 kWh of electricity in a 33.3% efficient, coal-fired power plant burning bituminous coal.

Polnjenje mobilnega telefona ... cca ½ litra vode
31% rabe vode v EU 30 za proizvodnjo energije

Kaj pomeni energijska učinkovitost za družinsko hišo zgrajeno v 70. letih (150 m²)

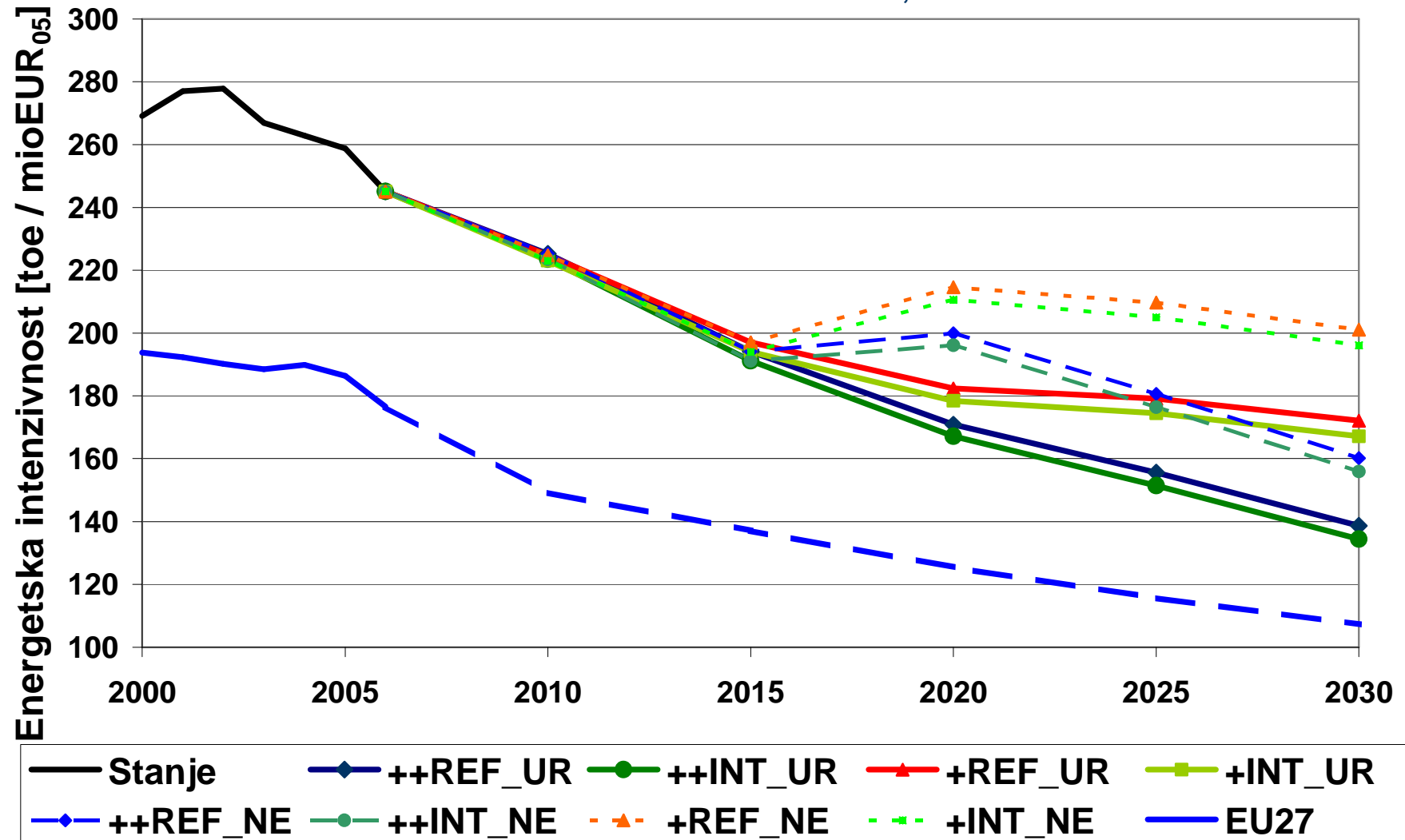


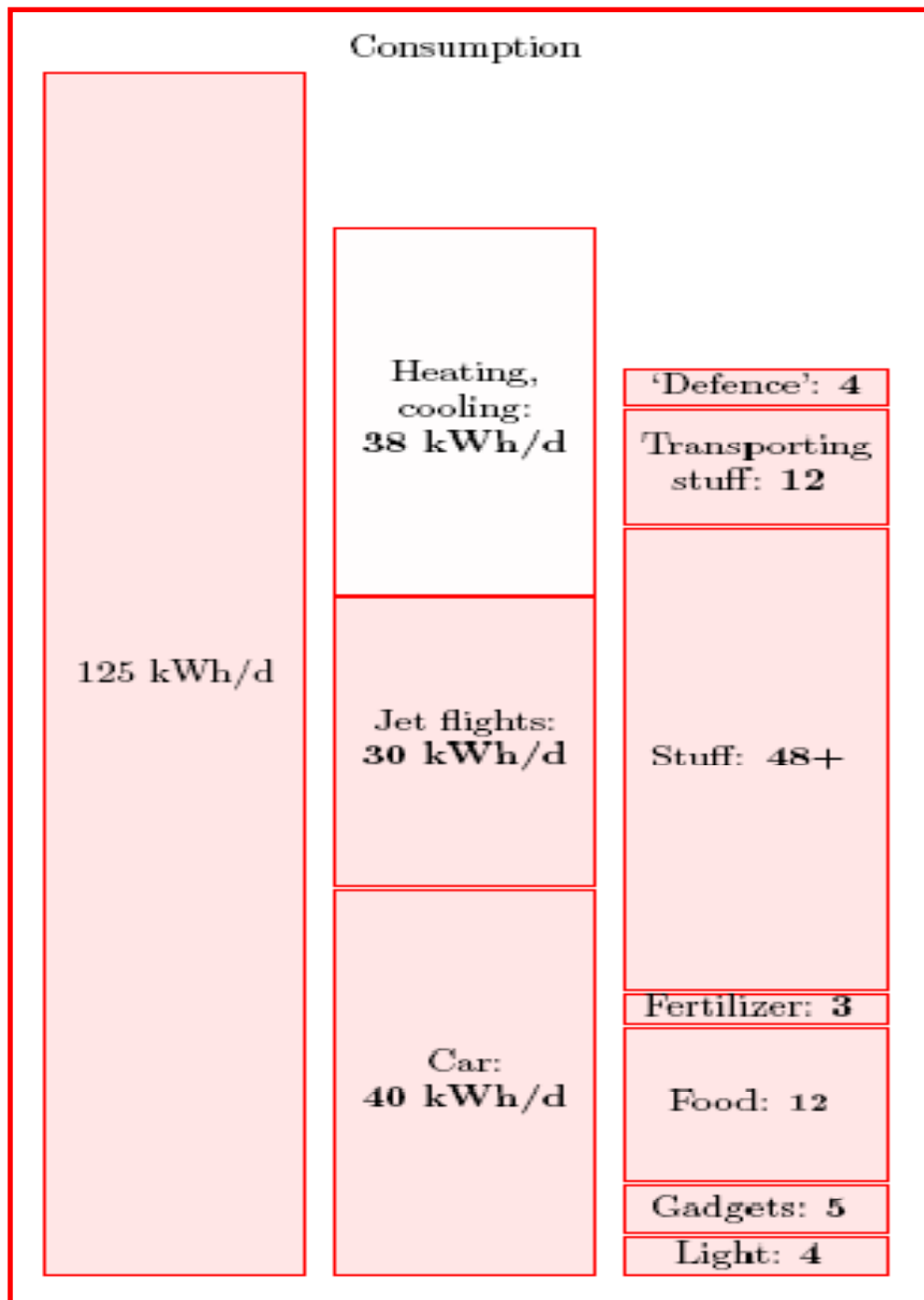


Razred A pomeni energetsko najbolj učinkovito stavbo, razred G pa energetsko najbolj potratno.

Energetska intenzivnost – primerjava z EU 27

VIR A. Urbančič s sod., 2008





- Povprečni Evropejec 125 kWh/dan

- Povprečje za ZDA 250 kWh/dan

- Povprečni Slovenec ???

125 kWh/dan ≈ 12,5 t CO₂/ leto



140 kWh/d
peak 25 kW

rating photovoltaic by Amonix - Photo by David

ali



1,2 ha na
osebo

126
kWh/dan

Raba energije za pridelavo hrane

THE DISHES



1 cup broccoli, 1 cup eggplant,
4 oz. cauliflower, 8 oz. rice

FOSSIL FUEL ENERGY NEEDED TO PRODUCE EACH DISH



0,037 litra
nafte



0.2 kg
CO₂-ekv



6 oz. of beef steak



0,6 litra
nafte



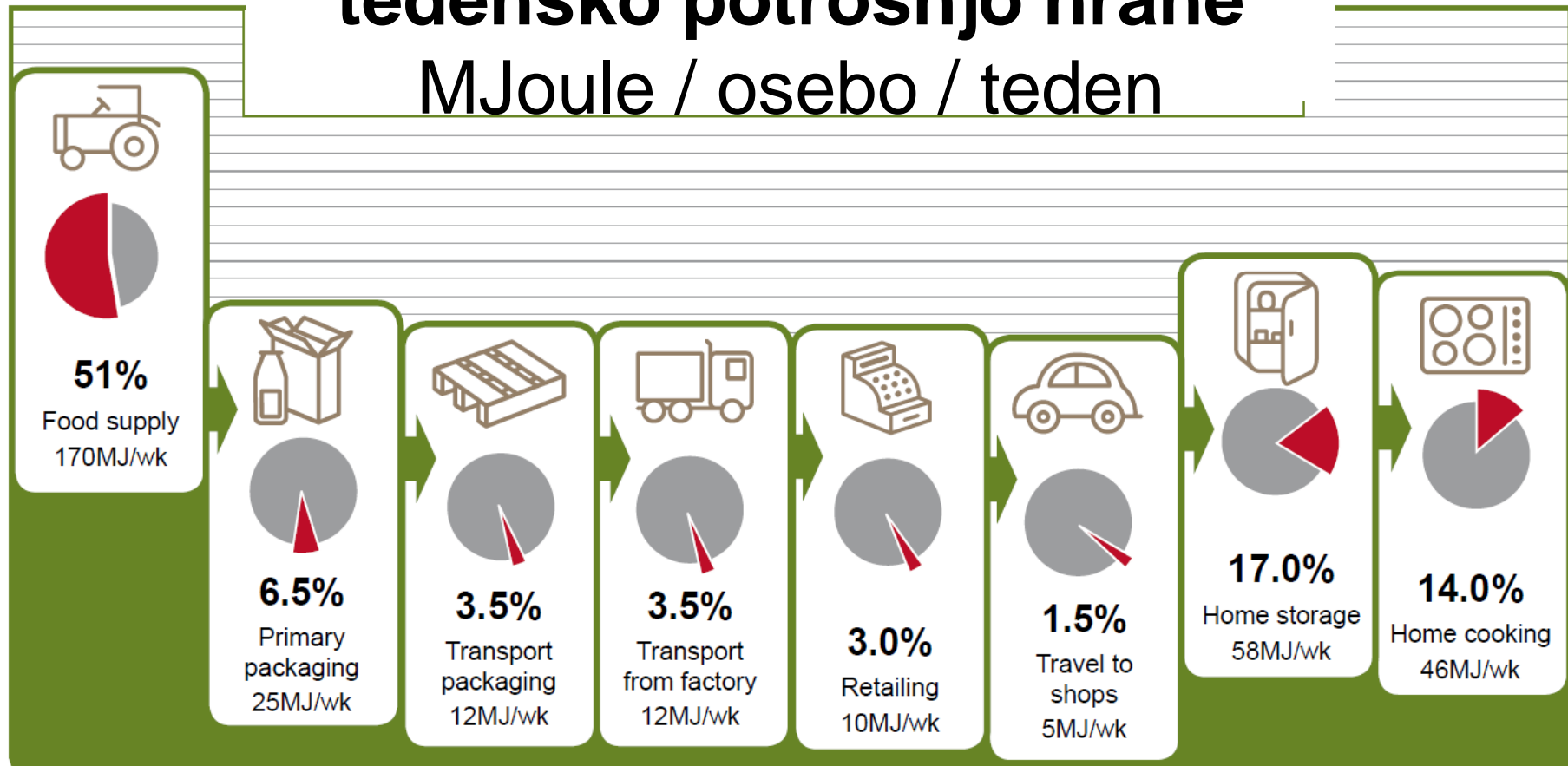
4,5 kg CO₂-ekv

25 krat več

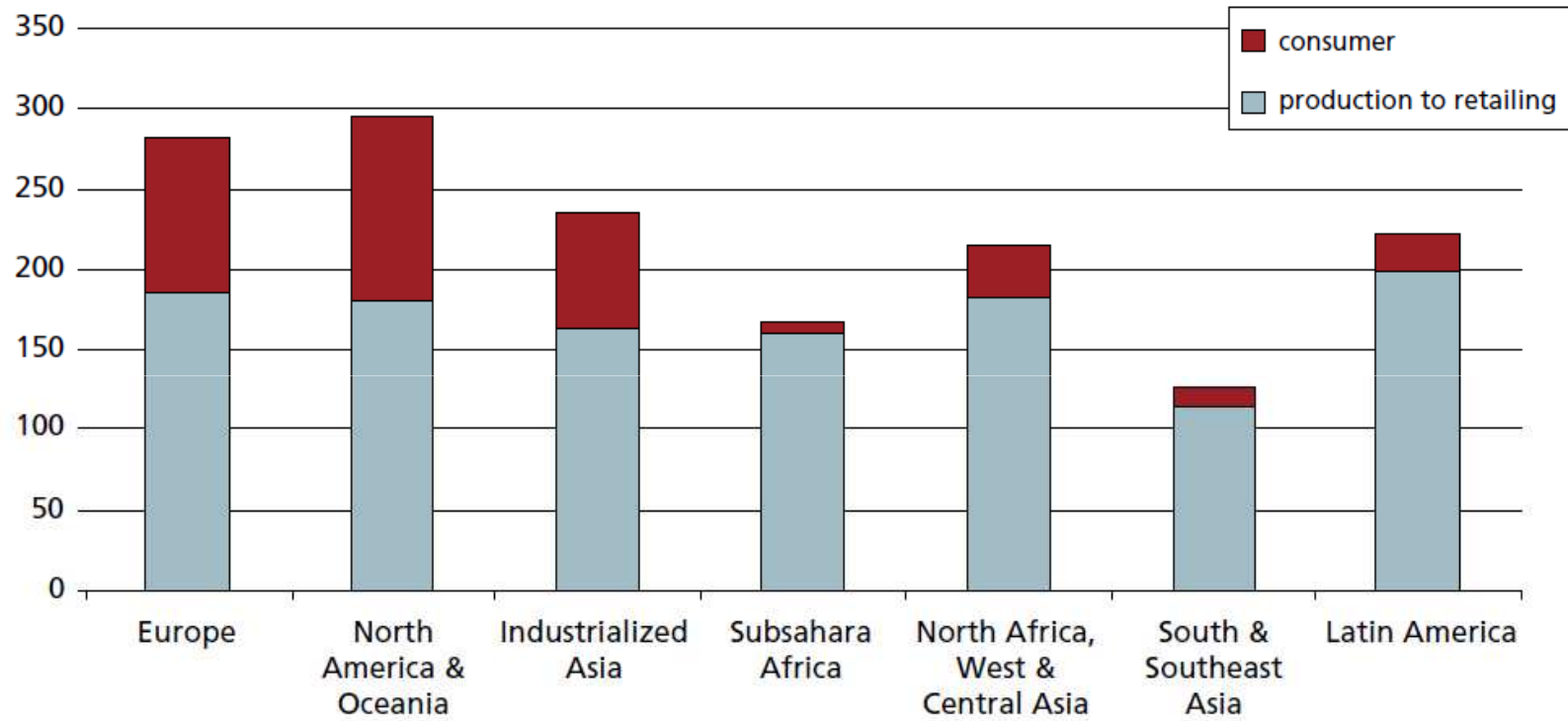
+ Energija za pakiranje, prevažanje, skladiščenje in kuhanje

Poraba energije na osebo za tedensko potrošnjo hrane

MJoule / osebo / teden



Izgubljena in zavržena hrana (kg/leto/osebo)



Blaženje podnebnih sprememb in promet





1.3 kWh per 100 person-km
at 15 mph
teamcrocodile.com



3 kWh per 100 km
vectrix.com



1 kWh per 100 person-km



15 kWh per 100 km
tesla.com



3-6 kWh per 100 person-km



80 kWh per 100 person-km



21 kWh per 100 km

Energija združena z nakupom novega avtomobila je $\approx 76\ 000$ kWh

Primerjava držav izdelave

- Francija 6.3 t CO₂
- Japonska 36.7 t CO₂
- ZDA 46.6 t CO₂
- Indija 71.8 t CO₂
- Poljska 83,6 t CO₂



Osebni računalnik

- Izdelava (energija in surovine) skupaj 1800 kWh
- 1,8 t CO₂ made in China
0,018 t CO₂ made in Norway
- Če kupimo nov računalnik vsaki 2 leti to pomeni emisije od 0,025 kg do 2,5 kg CO₂ na dan (do skoraj 1 tone CO₂ na leto)

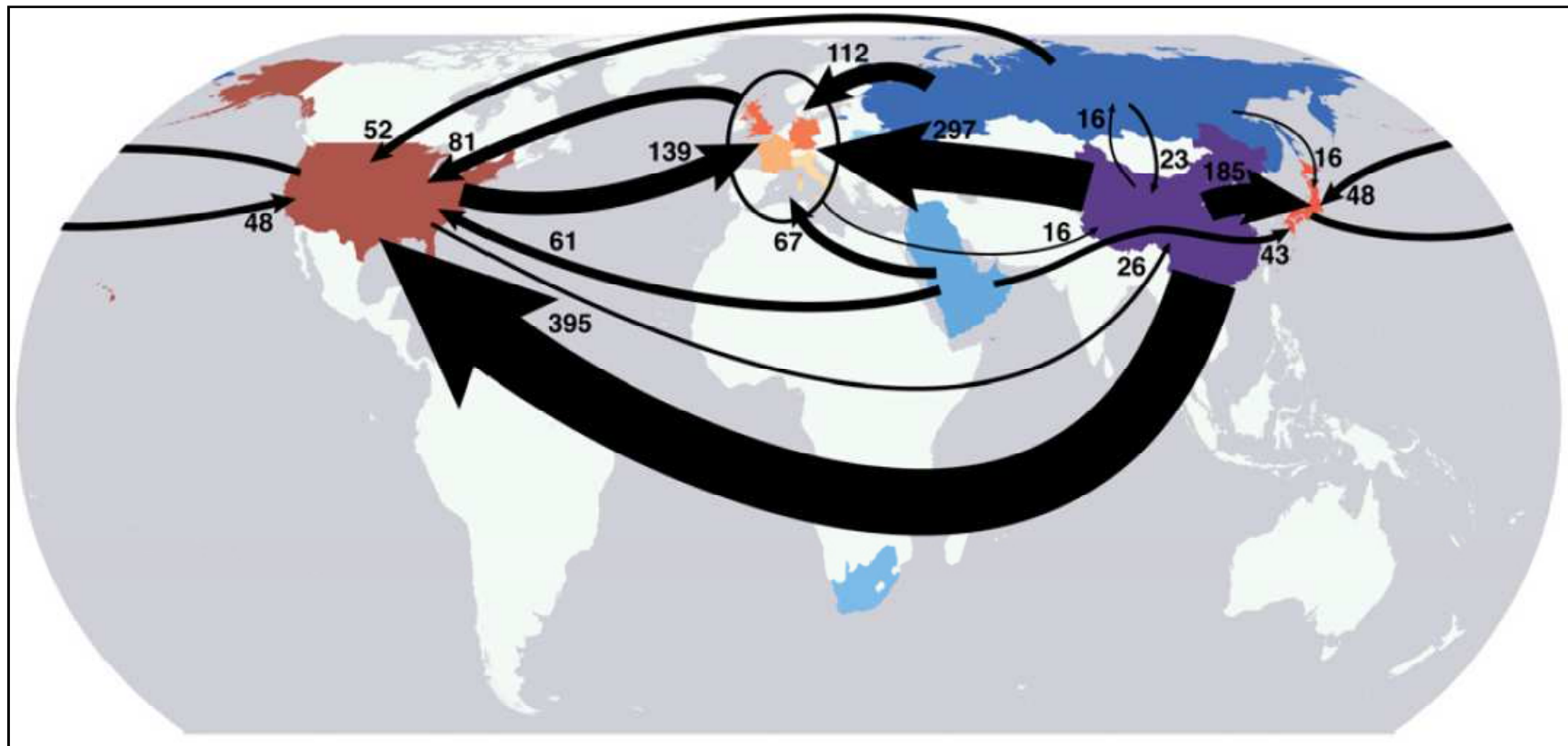


	Before	What you can do	After
1,5 ton CO ₂ na leto	Food: 15kWh/d	<i>eat vegetarian, six days out of seven</i>	5 kWh/d
4 tone CO ₂ na leto	Heating: 40kWh/d (keeping a leaky home and workplace at 20 °C)	<i>put on a sweater, be creative with the thermostats, read your meters</i>	20kWh/d
3,5 ton CO ₂ na leto	Flying: 35kWh/d (London to Los Angeles, Rome, and Malaga, yearly)	<i>video-conference instead</i>	1 kWh/d
4 tone CO ₂ na leto	Car: 40kWh/d (averaging 30 miles per day)	<i>join a car club, cycle, walk, and use public transport</i>	5 kWh/d
13 ton CO₂ na leto			3,1 tone CO₂ na leto

ZAKAJ SO GLOBALNI DOGOVORI (SKORAJ) NEMOGOČI

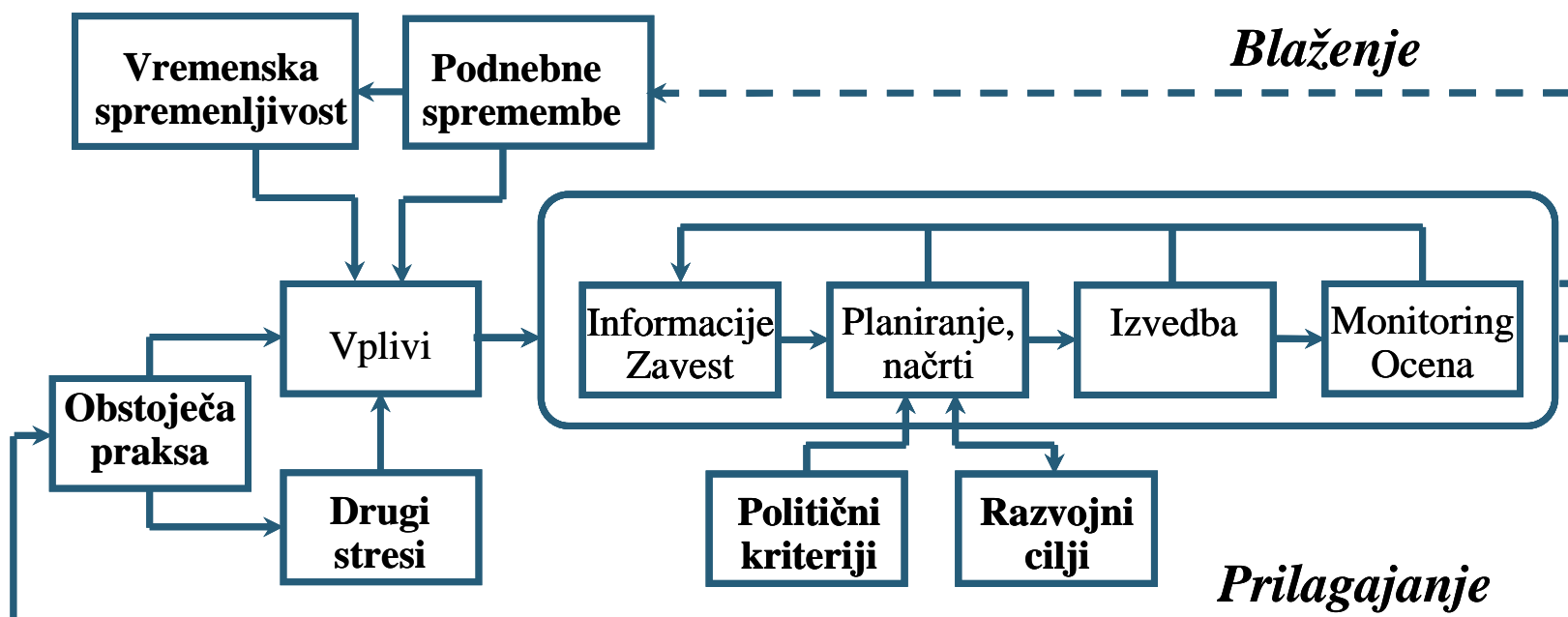
Uvoz/izvoz ogljika (Mt CO₂ y⁻¹)

2004



Države, ki izvažajo emisije (modro) in uvoznice (rdeče)

Tudi še tako nizko ogljična družba se bo morala hkrati prilagajati



Prilagajanje in blaženje morata poleg podnebnih sprememb upoštevati tudi druge pretrese in okoliščine ter imeti jasne politične in razvojne cilje

NAMEN PRILAGAJANJA

Namen prilagajanja je zmanjšati tveganje in škodo zaradi **sedanjih** in **prihodnjih škodljivih** učinkov podnebnih sprememb, in sicer na način, ki je stroškovno učinkovit ali **izkorišča možne koristi.**

Prilagajanje... na kaj?

- Na višje temperature zraka v vseh letnih časih
- Višje temperature tal, rek, jezer, morja
- Vročinske valove poleti
- Bolj pogoste suše in bolj intenzivne poplave
- Pogostejše zelene zime
- Spremenjen rečni režim, gladina podtalnice
- Intenzivnejša neurja z močnim vetrom in točo
- Neobičajne vremenske vzorce

Podnebne spremembe prinašajo nova tveganja

- **Fizična** (Poplave, suše, plazovi, neurja)
- **Politična** (Nestabilnost, vojne za vodo, okoljski terorizem?)
- **Ekonomska** (Spremembe zalog, fluktuacije cen in valut)
- **Socialna** (Migracije, civilna nepokorščina)
- **Regulatorna** (Spremembe davkov, pravnih struktur in obvez)

**KAKO DOBRO IN ALI SPLOH SMO V SLOVENIJI
PRIPRAVLJENI NANJE?**