

Podnebne spremembe

Mojca Dolinar

Agencija Republike Slovenije za okolje



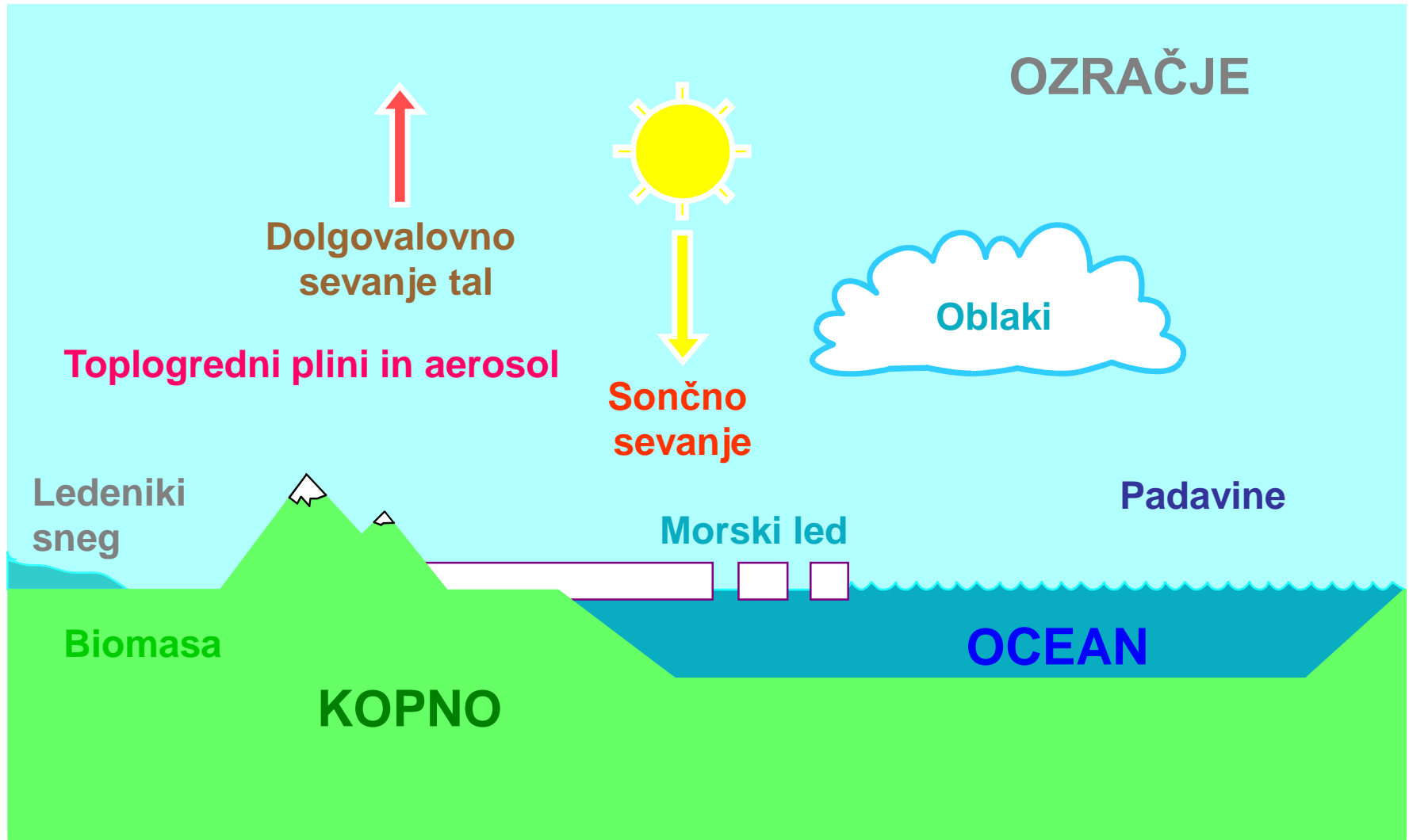
Vsebina

- Podnebje in podnebni sistem
- Vzroki podnebnih sprememb
- Podnebne v Sloveniji v preteklosti
- Podnebne projekcije za Slovenijo
- Kaj lahko storimo?

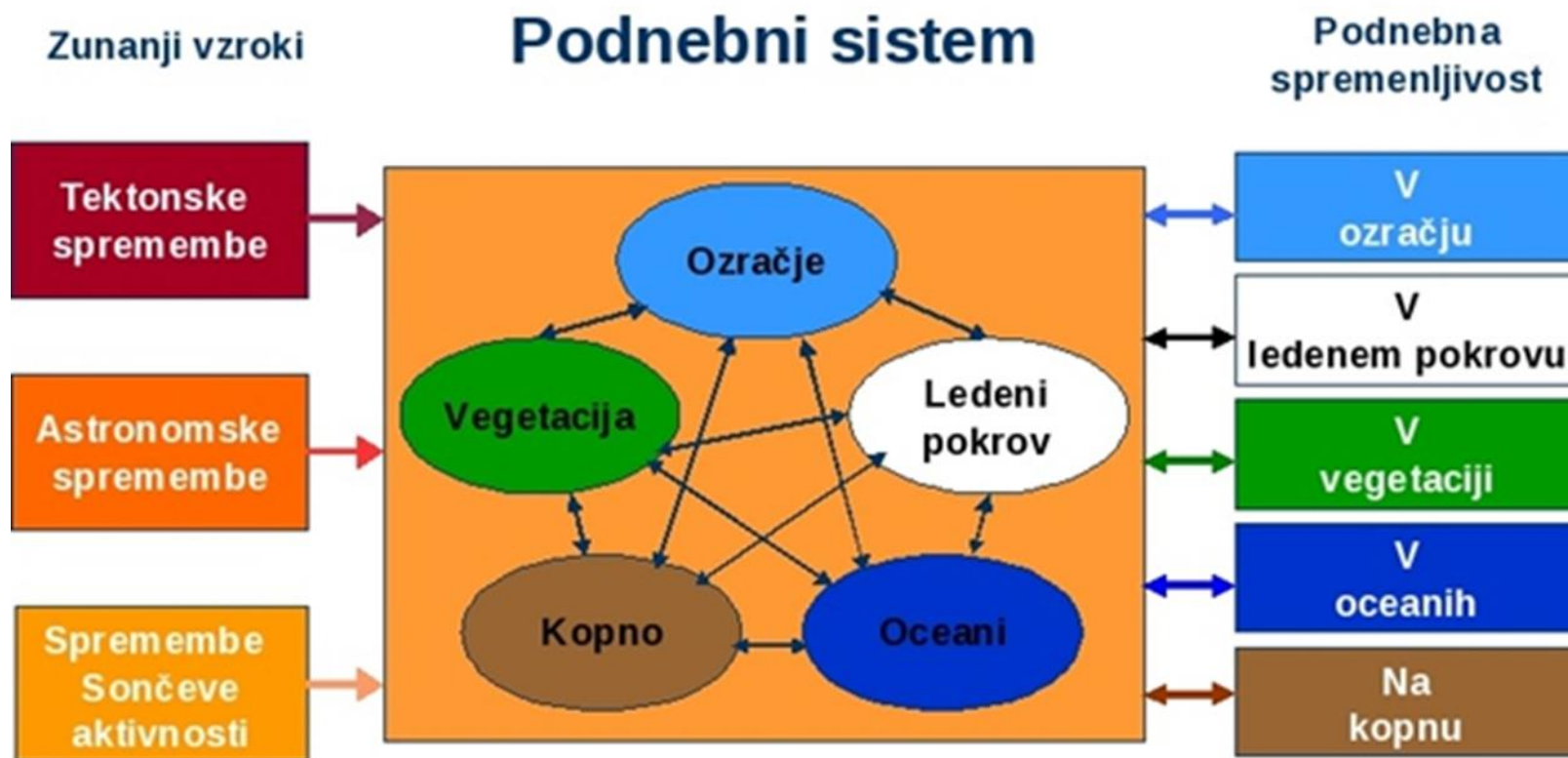
Podnebje

- Značilnosti vremena nad nekim območjem v daljšem časovnem obdobju
- Podnebje določa okvire za vsakdanje vremenske dogodke
- Če poznamo podnebje nekega kraja, vemo, kakšno vreme lahko tam pričakujemo
- “Podnebje je tisto, kar pričakuješ, vreme je tisto, kar dejansko dobiš.” -*Robert A. Heinlein*
- “Glede na podnebje kupuješ obleko, glede na vreme jo oblečeš!”

Podnebni sistem



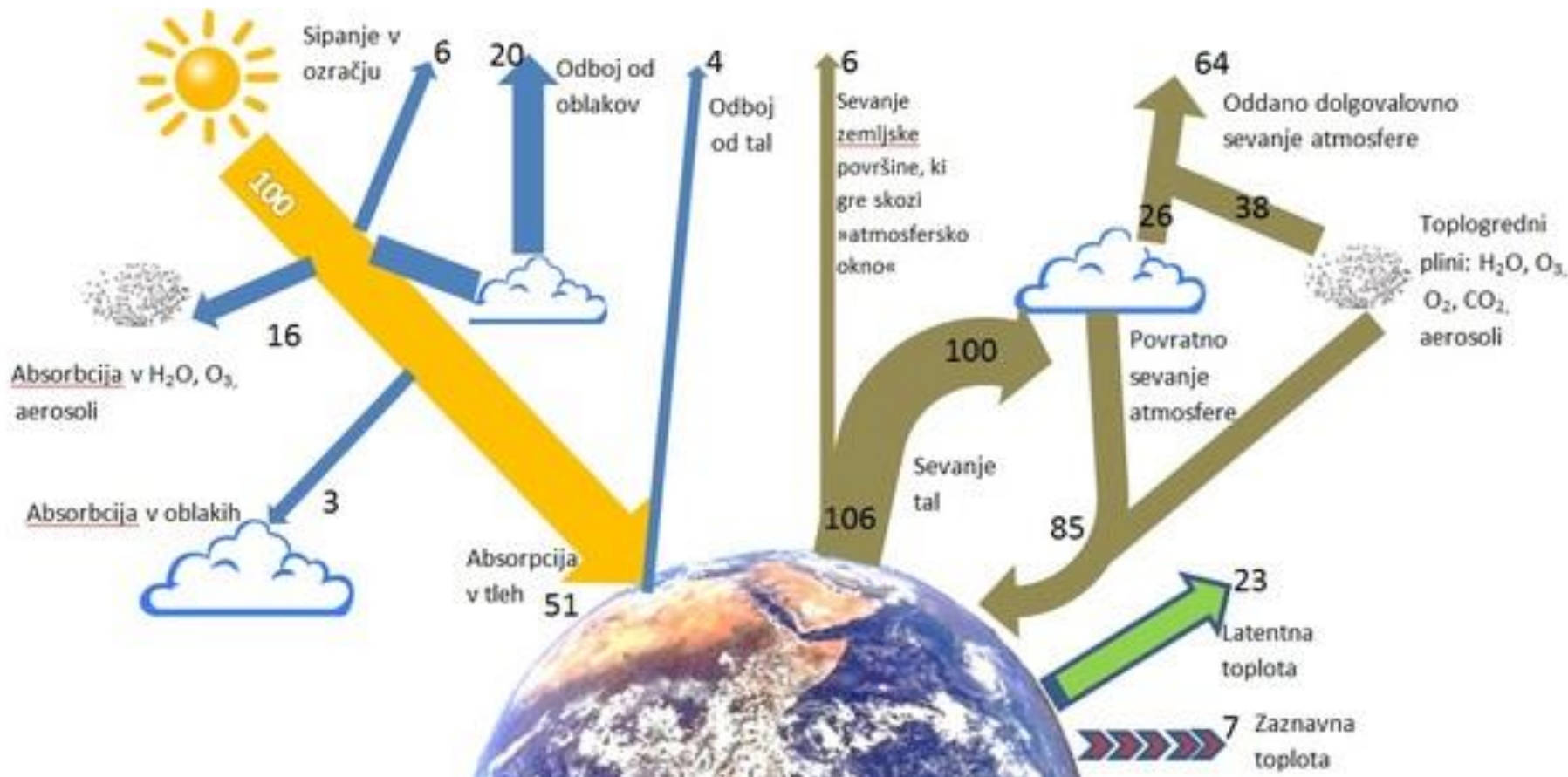
Podnebni sistem



Vzroki podnebnih sprememb

Razlog za spremembo podnebja	Značilna časovna skala (leta)
Vpliv človeka na spremembe površja	1-100
Vpliv človeka na spremembe v ozračju	1-100
Vulkanska aktivnost	1-1000.
Spremenljivost Sončevega obsevanja	10-1.000
Interakcija ozračje-morja	1-100.000
Spreminjanje Zemljine Orbite	10.000 – 100.000
Tektonski premiki	100.000 – 100.000.000

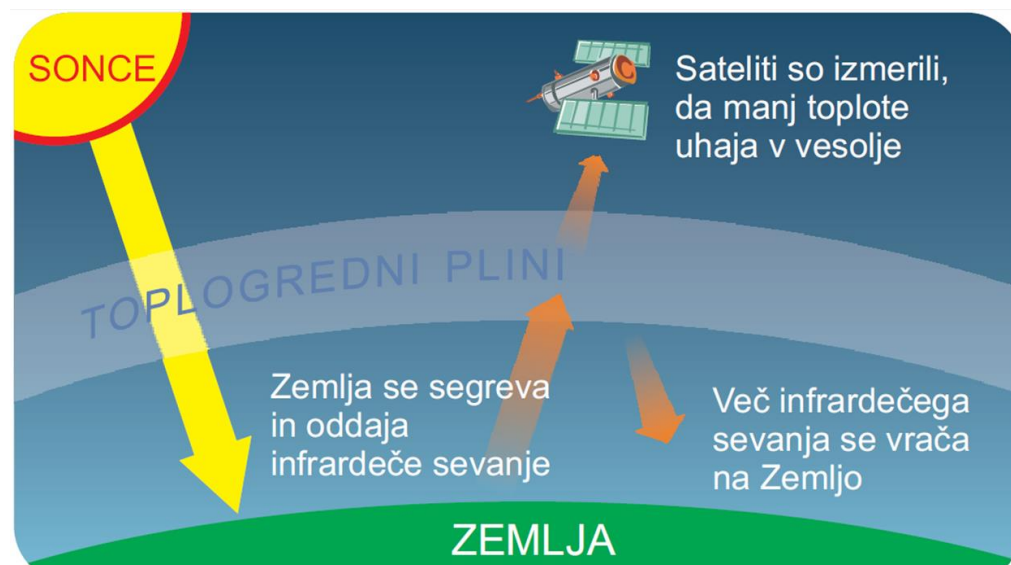
Energijska bilanca Zemlje



Vir: http://www.fmf.uni-lj.si/~zagarn/s_energijska_bilanca_zemlje.php

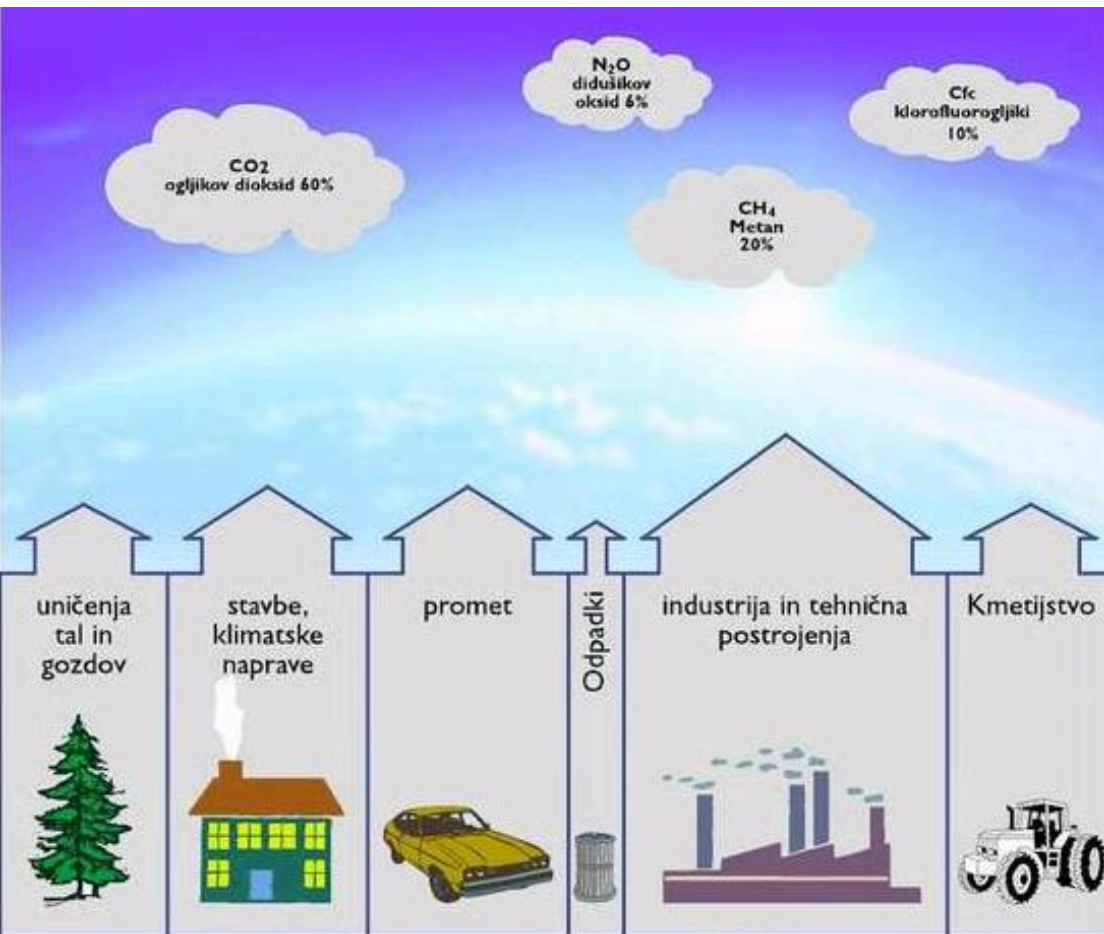
Učinek tople grede

- zaradi TGP ~ 33 °C višja povprečna temperatura površja
- današnje ozračje dokaj neprepustno za dolgovalovno sevanje tal
- temperaturi ozračja in tal močno povezani
- povečevanje koncentracije toplogrednih plinov ima dva glavna učinka:
 - manjša prepustnost ozračja (bistveno pri nizki koncentraciji)
 - plast z največjim izsevom dolgovalovnega sevanja ozračja vse višje

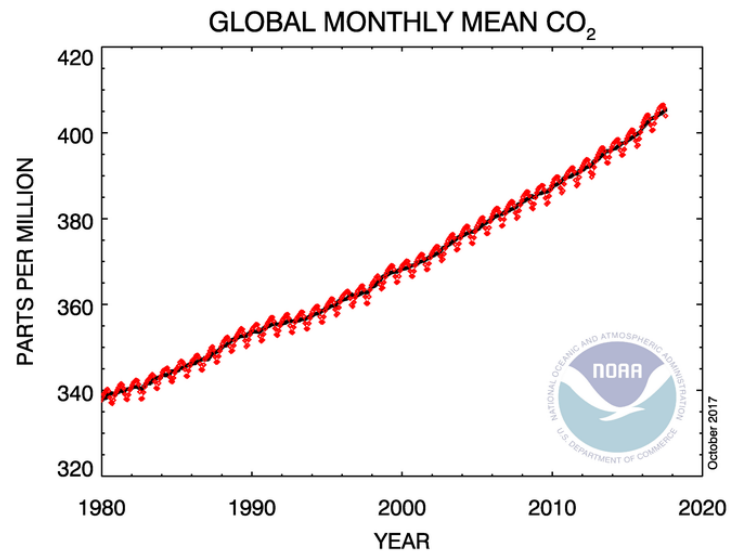


Shema energijske bilance Zemlje (tokovi) in vpliv toplogrednih plinov.

Toplogredni plini



Full Record Global CO₂



Vsebnost toplogrednih plinov CO₂, N₂O, CH₄, ... narašča

“Steklo” naše tople grede postaja vse “debelejše” - manj prepustno za toploto, ki jo oddaja površje Zemlje.

Toplogredni plini

Učinek toplogrednih plinov ni odvisen le od njihove vsebnosti v ozračju, ampak tudi od njihovega toplogrednega potenciala in življenjske dobe v ozračju.

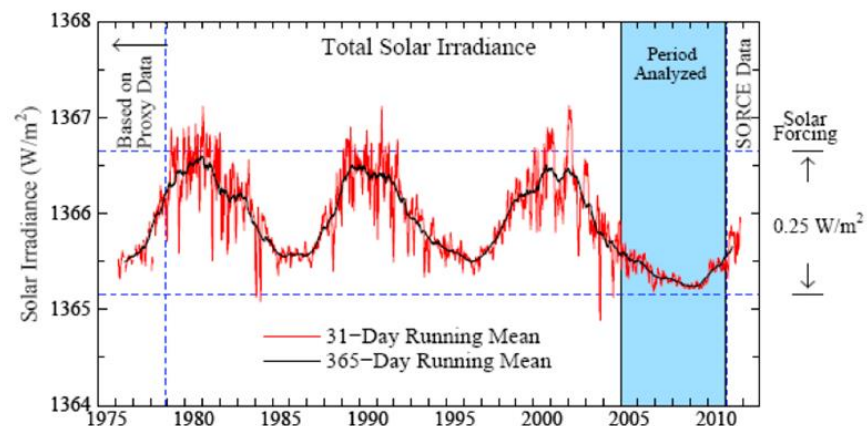
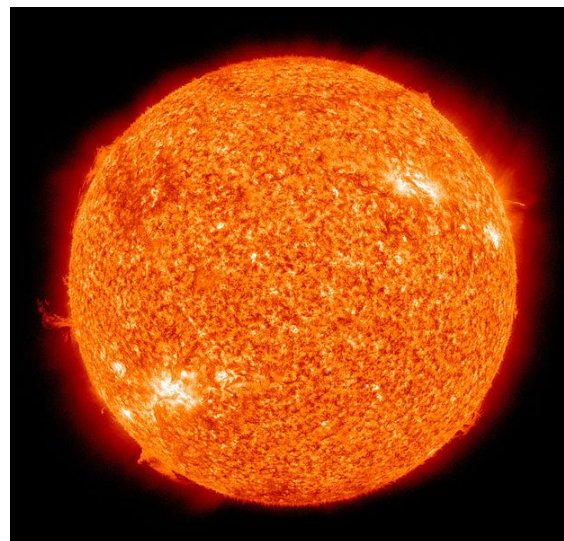
Toplogredni potencial meri učinkovitost plina pri absorpciji dolgovalovnega sevanja. Absorbirajo namreč pri različnih valovnih dolžinah, energijski tok dolgovalovnega sevanja pa je pri različnih valovnih dolžinah različen.

Preglednica 3. Lastnosti toplogrednih plinov v ozračju (različni viri na spletu)

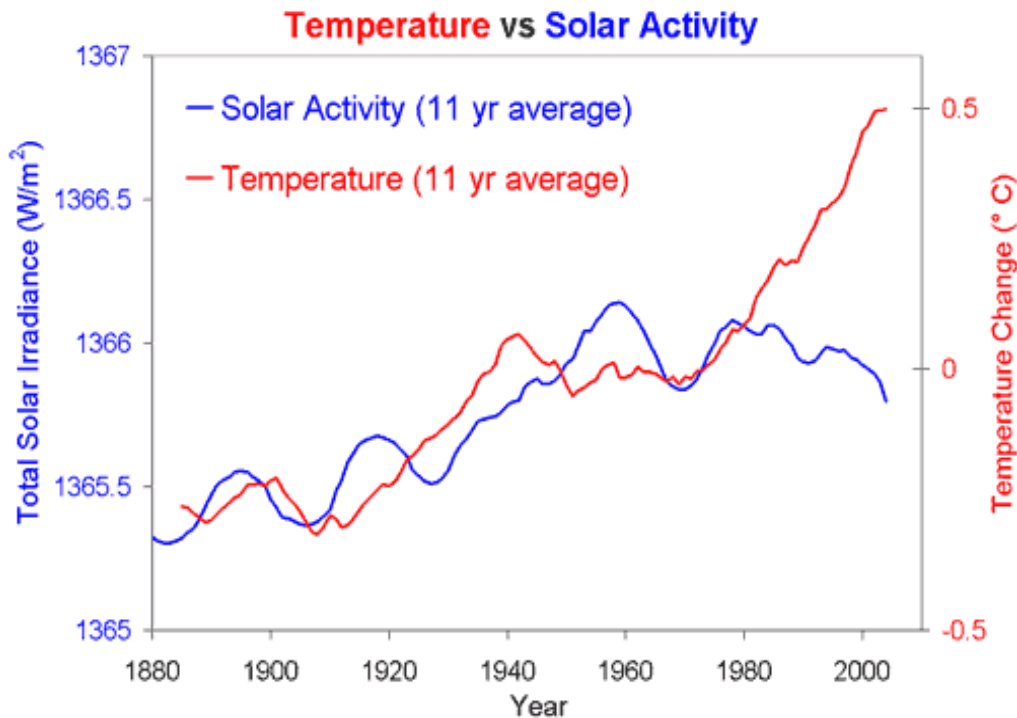
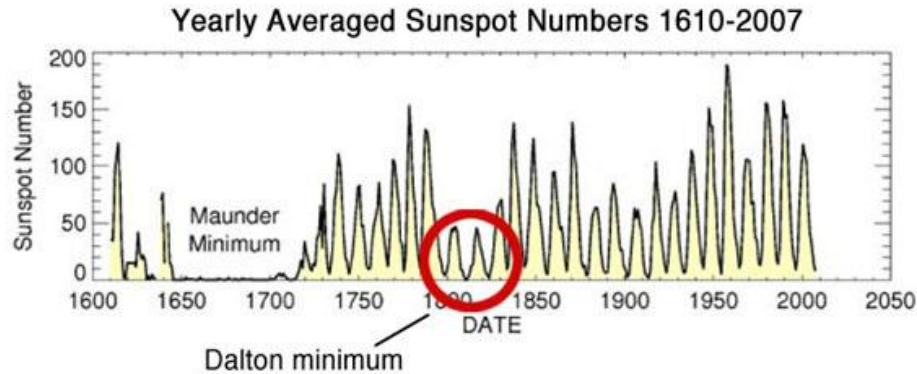
Toplogredni plin	Kemijska formula	Antropogeni vir	Življenjska doba v ozračju (leta)	Toplogredni potencial	Koncentracija pred industrijsko dobo	Trenutna koncentracija
vodna para	H ₂ O				0–4 %	nekaj % več
ogljikov dioksid	CO ₂	fosilna goriva, sprememba rabe tal, proizvodnja cementa	50–200	1	270 ppm	380 ppm ¹
metan	CH ₄	fosilna goriva, neoluščen riž, deponije odpadkov	12	23	700 ppb	1700 ppb ²
didušikov oksid	N ₂ O	gnojila, industrija, sežiganje	114	296	275 ppb	315 ppb
CFC-12	CCl ₂ F ₂	tekoča hladilna sredstva, pene	100	10.600	0	0,54 ppb
HCFC-22	CHClF ₂	hladilniki	11,9	1700	?	?
perfluoroetan	C ₂ F ₆	pridelava aluminija, izdelava polprevodnikov	10.000	11.900	?	?
žeplov heksafluorid	SF ₆	izolacijske tekočine	3200	22.200	?	?

Sončno sevanje

- Sonce dovaja Zemlji energijo v obliki sevanja
- Sončev izsev je in bo počasi naraščal (od zgodnje Zemlje že 30 %), nihanje izseva na krajši časovni skali je relativno majhno ($\sim 0,1 \%$)
- Sončev izsev in posredno Sončeva energija, ki jo prejme Zemlja, se spreminja v ciklih dolžine 11 let in z amplitudo približno 0,1 %.



SONČEVA AKTIVNOST

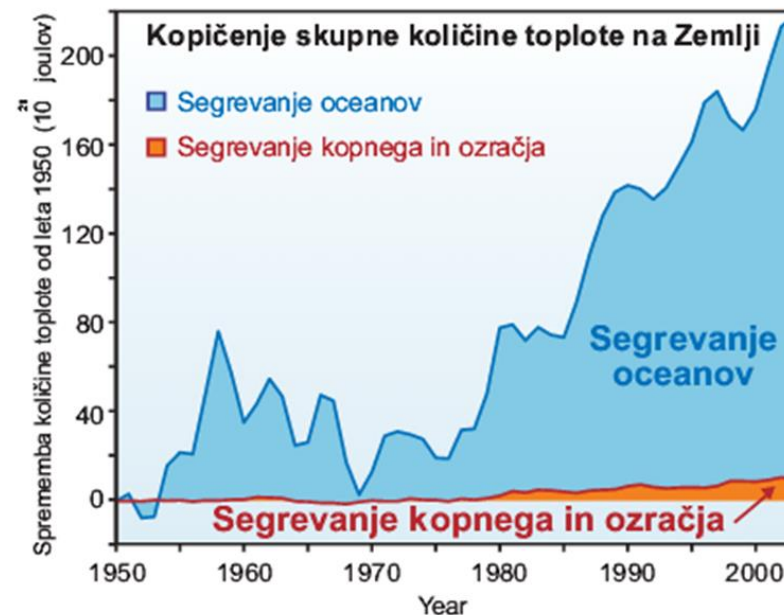
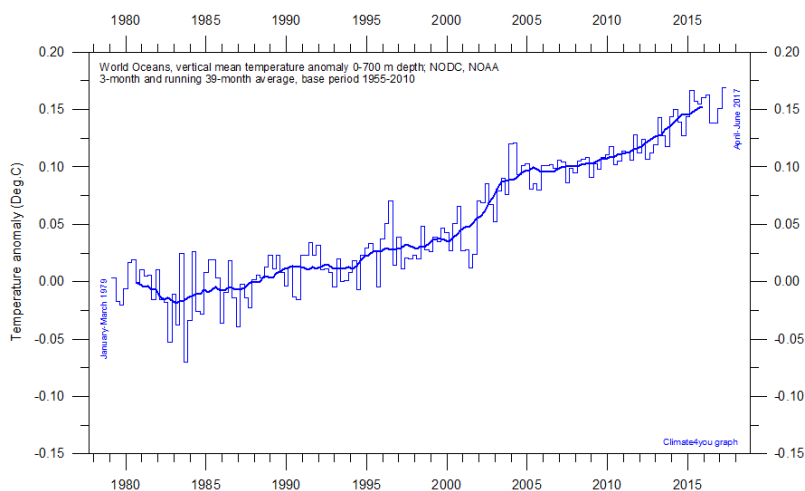


Spremembe Sončeve aktivnosti in njegovega izseva se vidno odražajo v temperaturi ozračja zadnjih stoletij. Spremembe Sončeve aktivnosti pa niso enakomerne. V zadnjih stoletjih je opaziti več dolgotrajnih minimumov.

Vpliv oceanov na podnebje

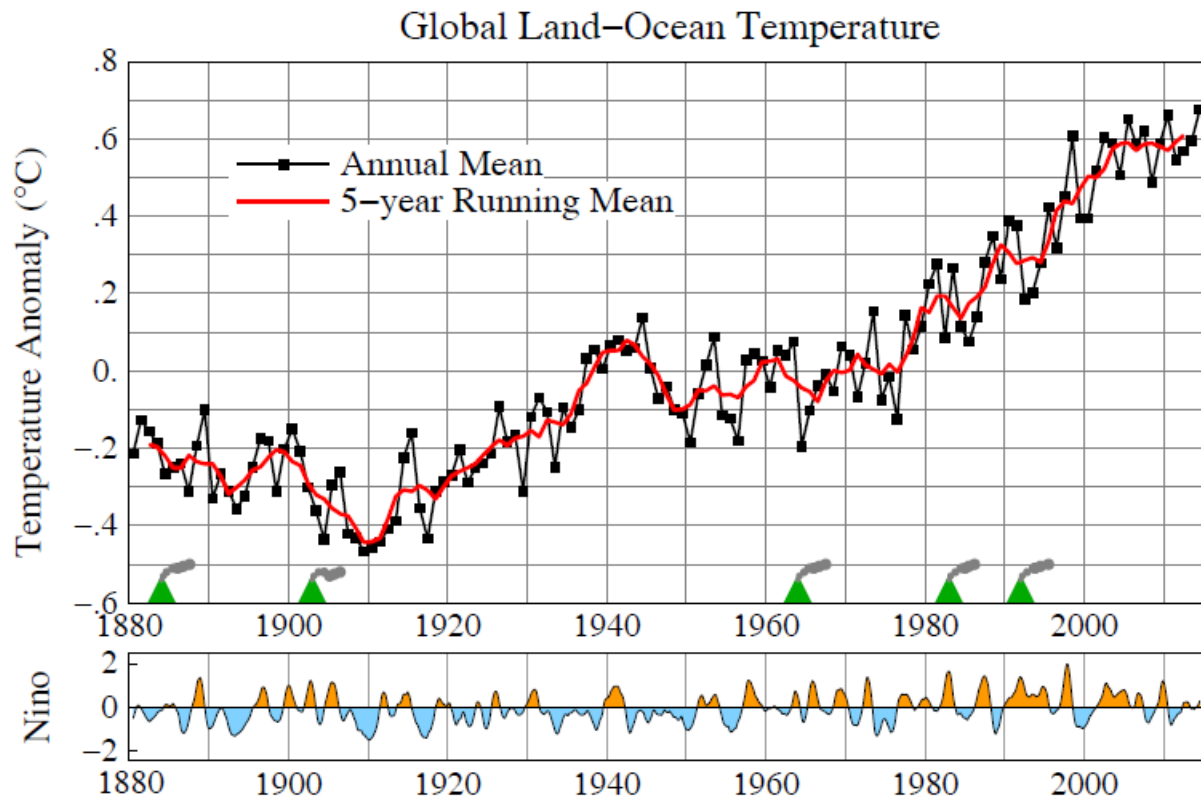
Temperatura zgornje plasti oceanov (700 m) se je od leta 1969 dvignila za več kot 0,2 °C).

Oceani se ogrevajo počasneje kot ozračje, ker imajo mnogo večjo toplotno kapaciteto. Vendar ravno zaradi tega **akumulirajo mnogo več toplote!**



Podnebje v industrijski dobi

V industrijski dobi so človekovi izpusti močno spremenili sestavo ozračja, kar je spremenilo energijsko bilanco Zemlje. Več energije ostaja v troposferi, zato se ozračje segreva – **globalno ogrevanje**. Poleg toplogrednih in aerosolnih izpustov (oz. njihovega sevalnega prispevka) na spremenljivost globalnega podnebja v industrijski dobi najbolj vplivata spremenljivost Sončevega izseva, vulkanski izbruhi in spremembe oceanskih tokov (ENSO).



Podnebje v Sloveniji v preteklih desetletjih

Meritve v ozračju

Poleg podnebnih oz. vremenskih razmer na meritve vpliva tudi:

- Mikrolokacija – mikroklima merilnega mesta (rastje in pozidava, lokalne reliefne značilnosti, bližina vode...)
- Inštrument oz. senzor, s katerim merimo (merilna tehnika, tip inštrumenta...)
- Opazovalni termin (standardizirano!)
- Meteorološki opazovalec

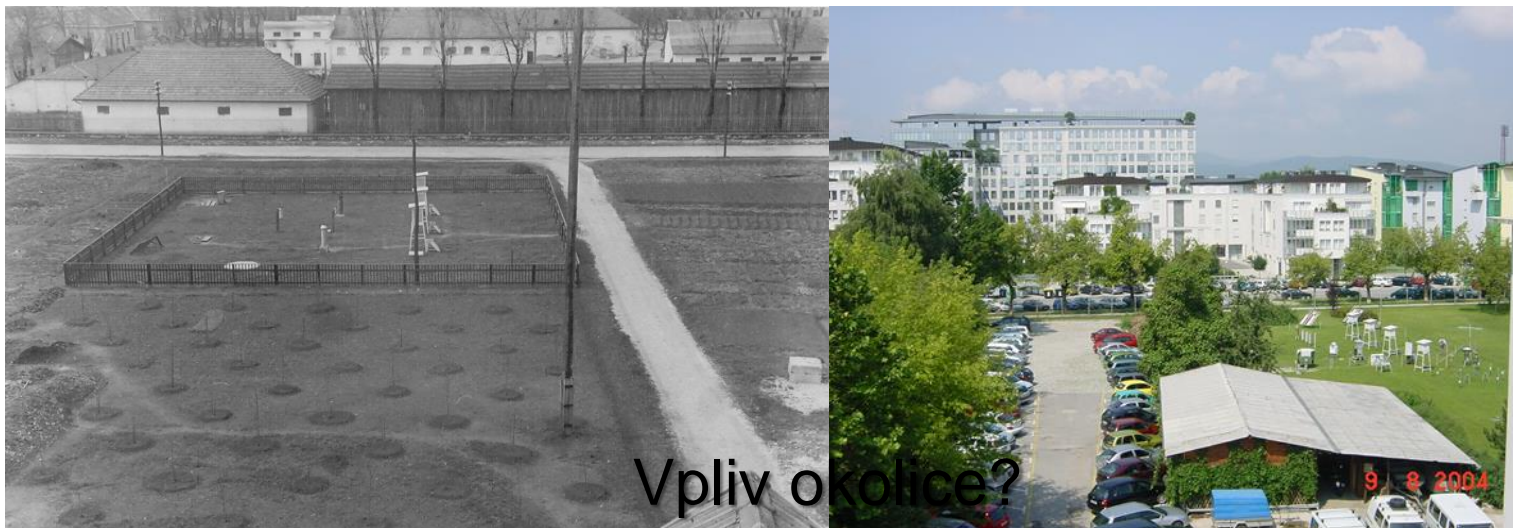
Za spremljanje podnebnih razmer je nujno, da so vsi ti elementi konstantni v času! To pomeni, da se lokacija meritev v času ne sme spreminjati, da se ne sme spreminjati okolica merilnega mesta, merilni inštrumenti in ne sme se menjati opazovalec. Kar v realnosti žal ne gre.



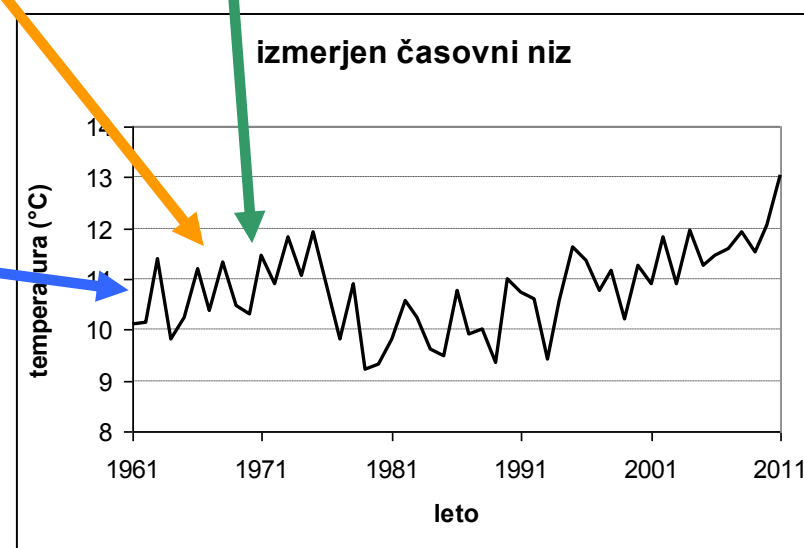
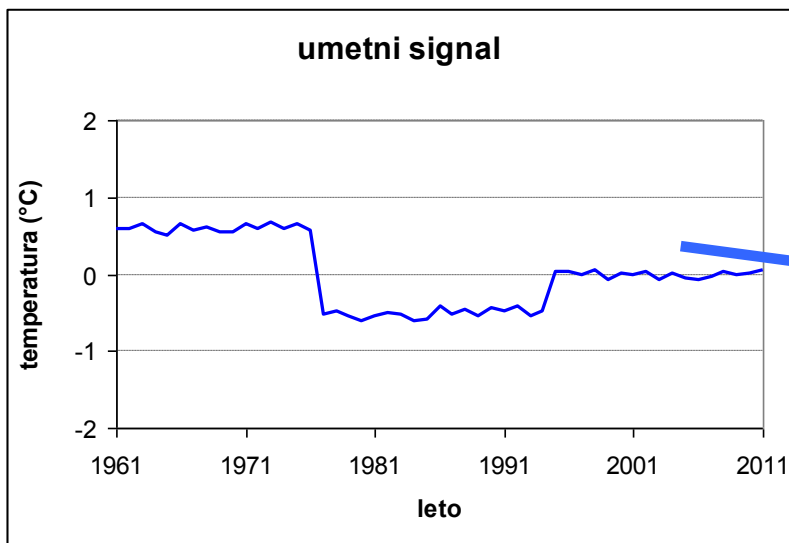
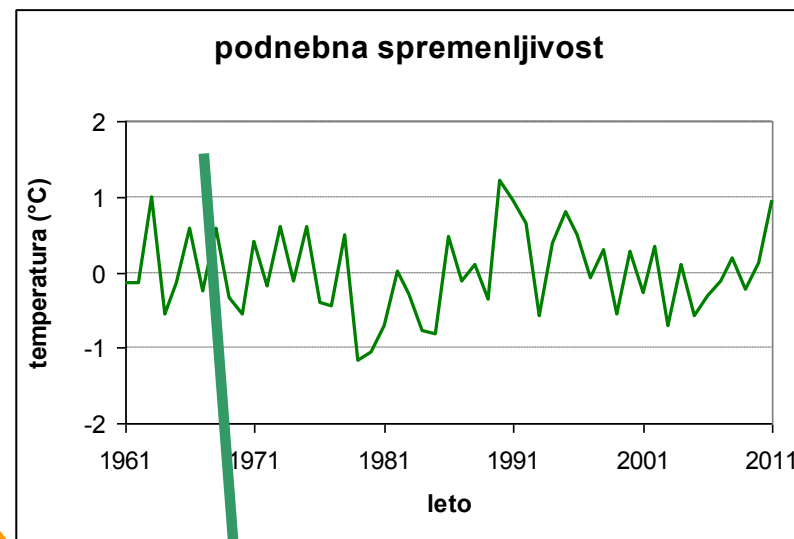
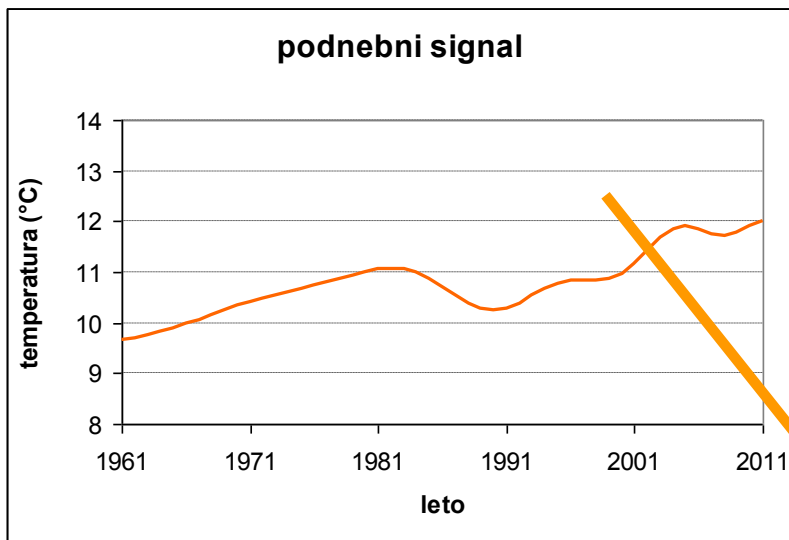
Homogenizacija časovnih nizov ARSO VREME

Homogenizacija: poenotenje meritev v časovnem nizu – približanje idealu stalnih meritev brez umetnih motenj

- glavna naloga homogenizacije: odstranitev signala v časovnem nizu, ki ni posledica podnebne spremenljivosti in sprememb
- prilagajanje meritev na enake razmere meritev (okolica, opazovalec, merilna naprava ...)
- umetni signal lahko odstranimo le deloma, odvisen zlasti od vremenske spremenljivosti

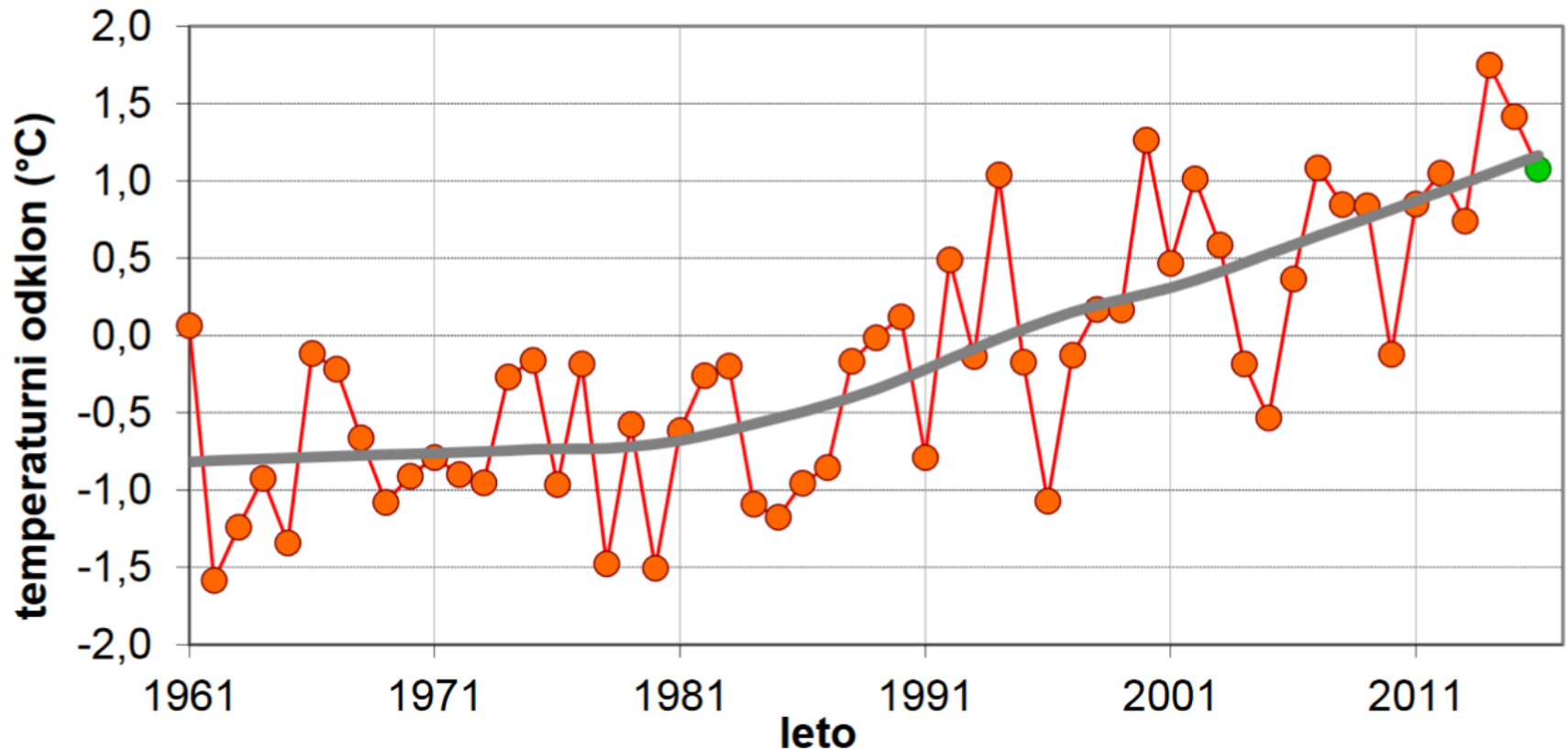


Homogenizacija časovnih nizov



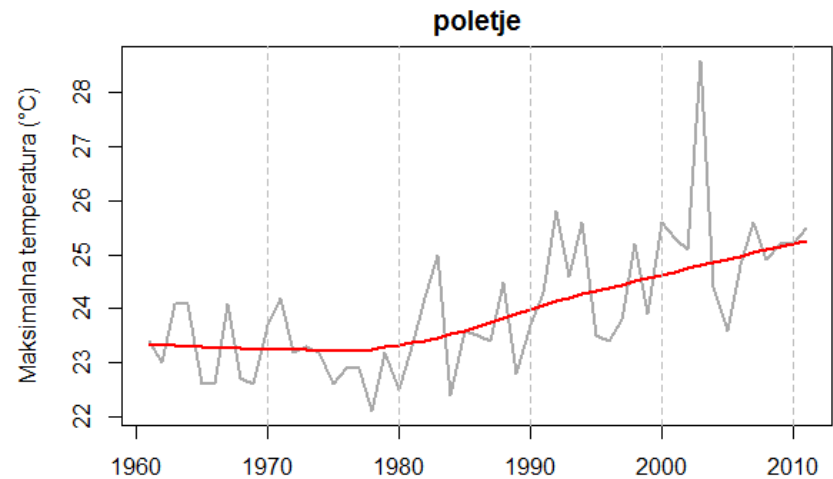
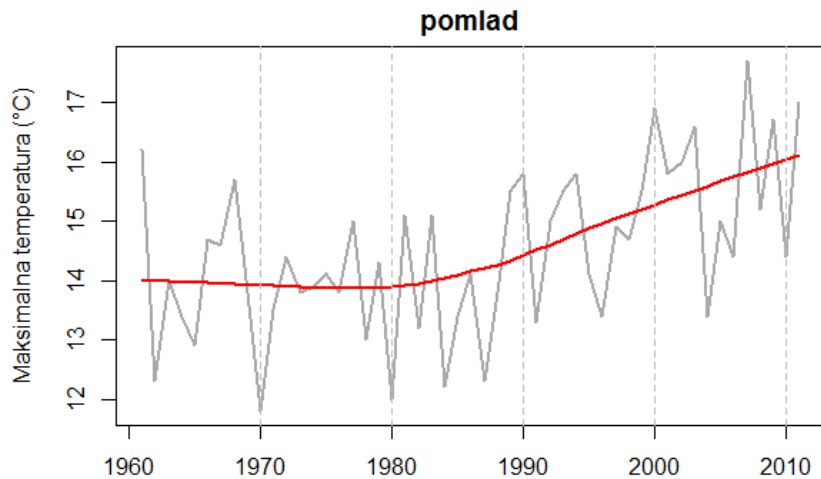
Temperatura v Sloveniji narašča

- Zadnjih 50 let s trendom $0,33\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ let}$
- Porast temperature v zadnjih 60 letih $2\text{ }^{\circ}\text{C}$

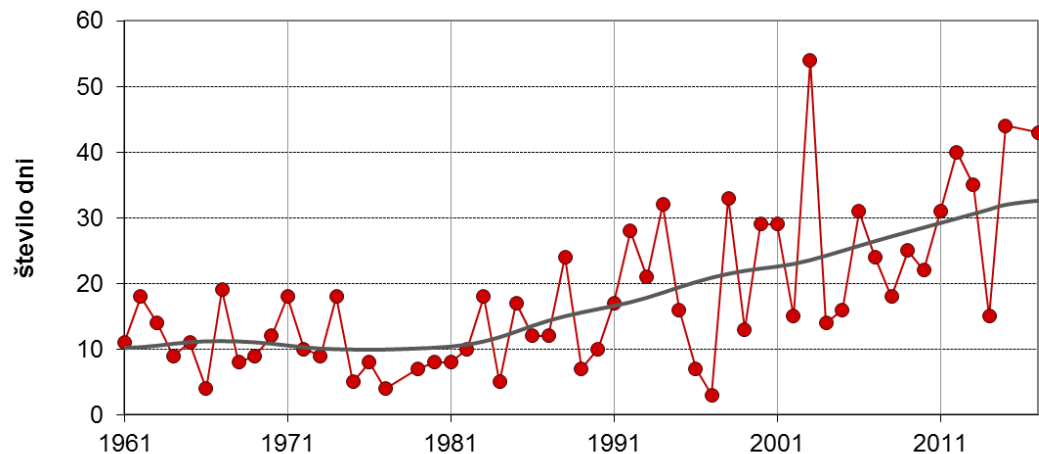


Narašča tudi najvišja dnevna temperatura

Maksimalna temperatura



število vročih dni ($T_{\text{maks}} > 30\text{ °C}$)

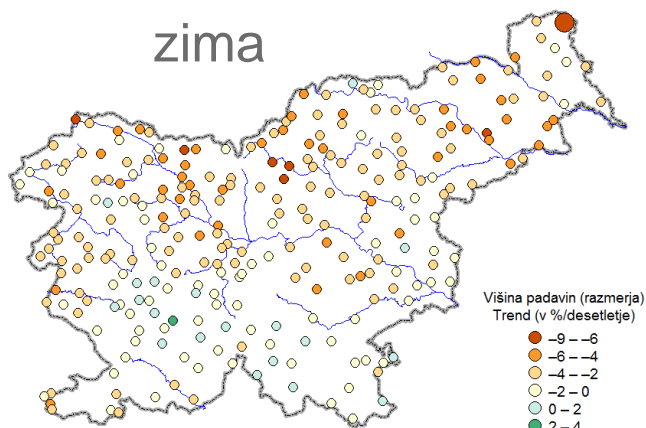


Posledica: Število vročih dni s temperaturo nad 30 °C je močno naraslo

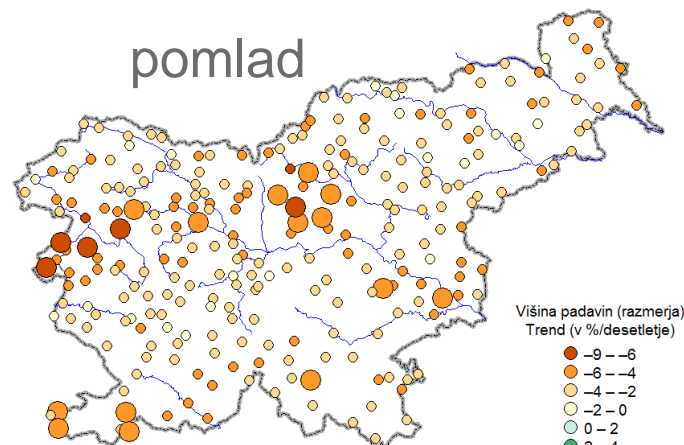
Padavin je manj

Pomladi in poleti je manj padavin

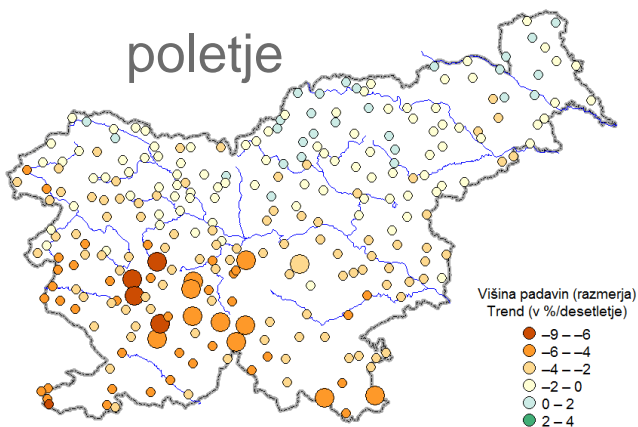
zima



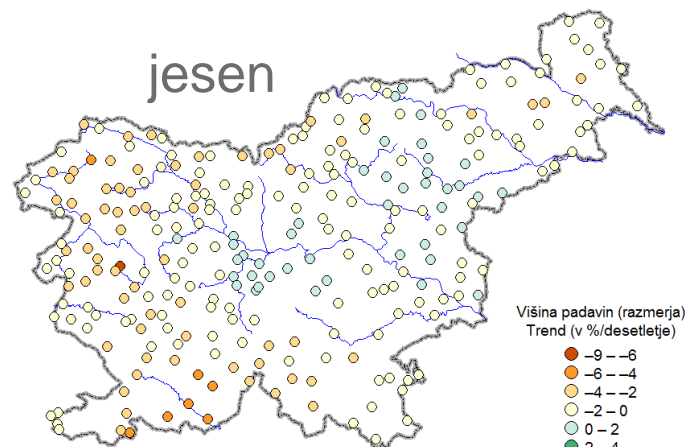
pomlad



poletje

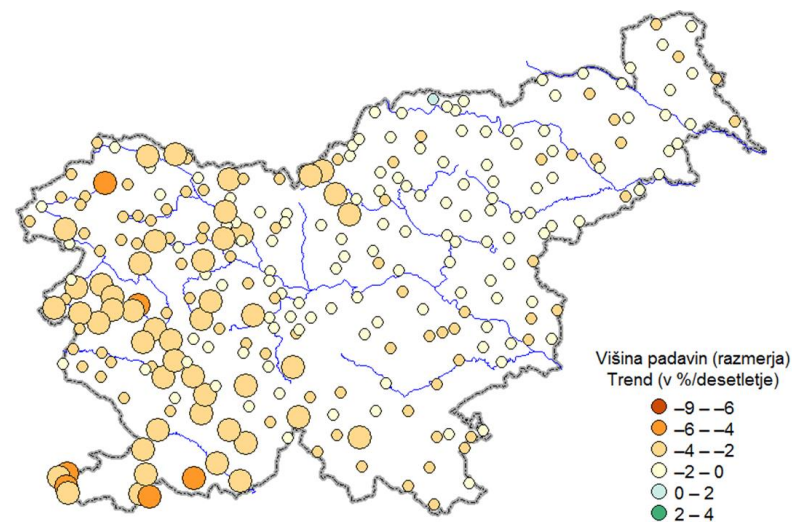
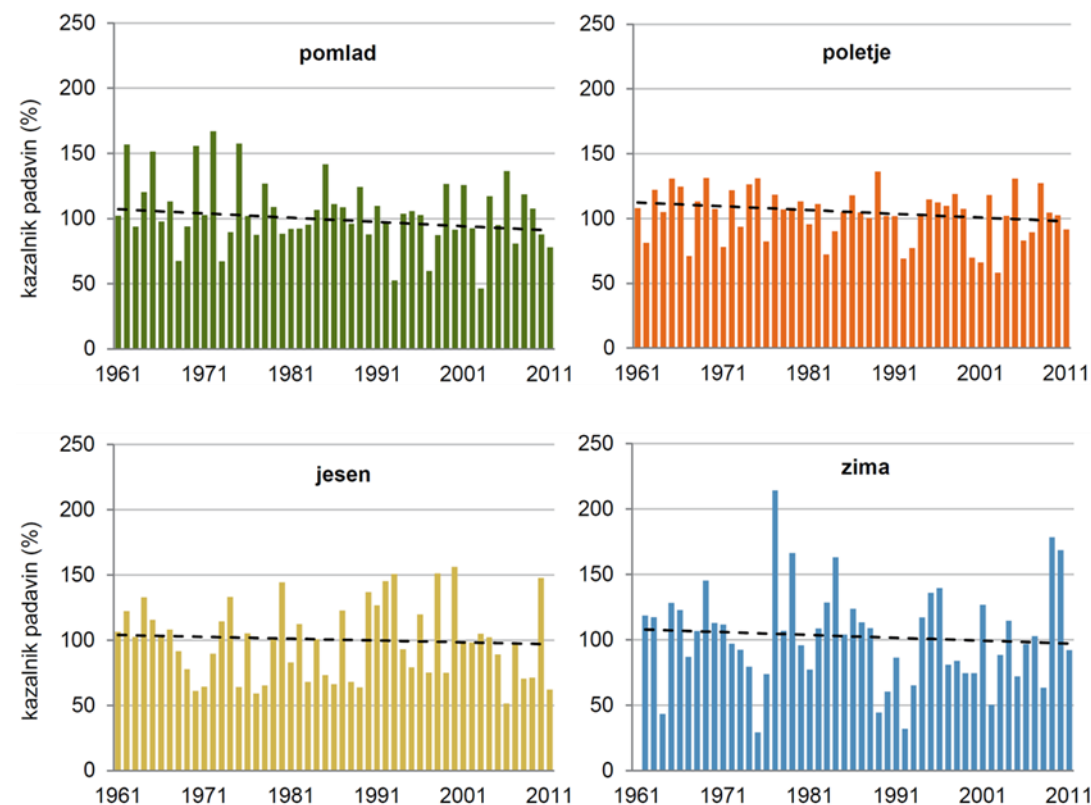


jesen



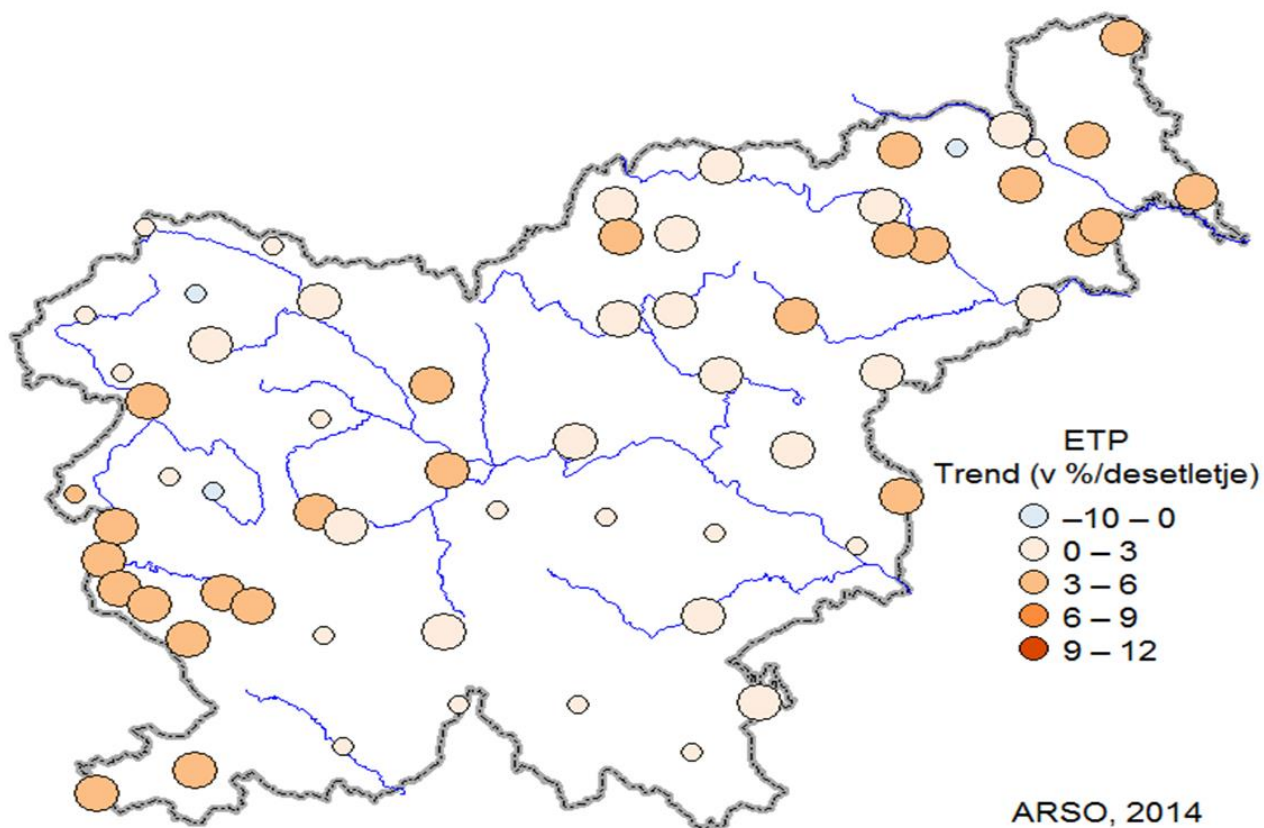
Padavin je manj

Na letni ravni je manj padavin na Z države (3 %/desetletje)



Izhlapevanje se je povečalo

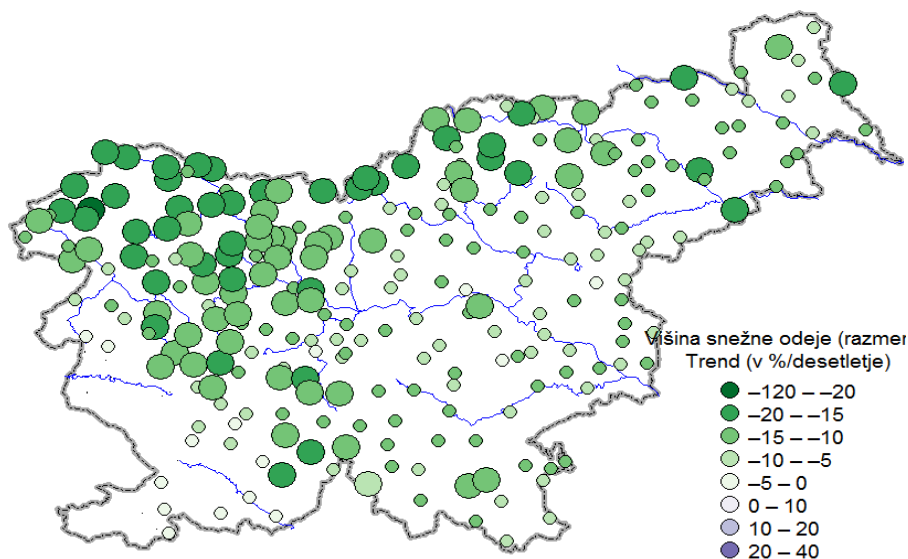
Najbolj v regijah, kjer je pomanjkanje vode veliko (2-4 %/desetletje)



Manj je snega

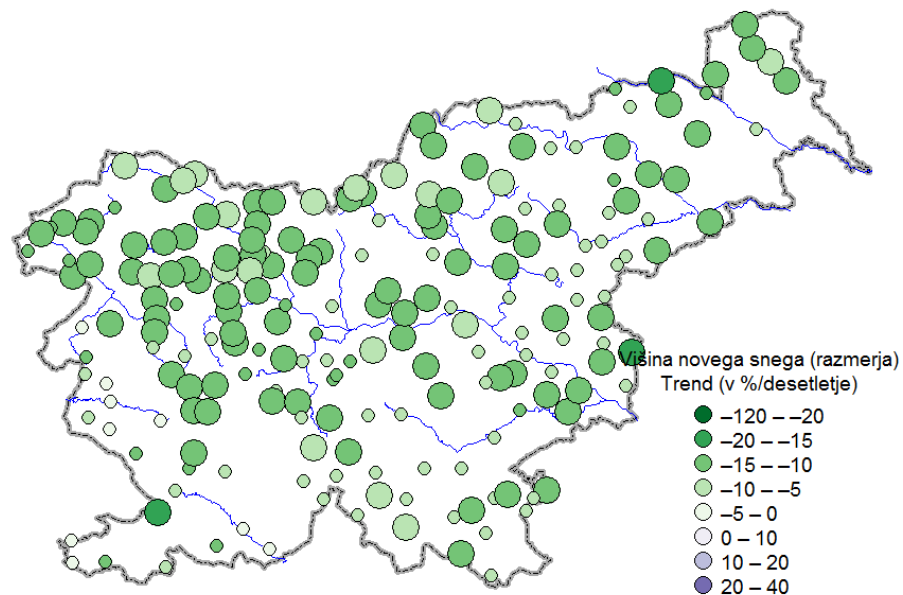
Višina snežne odeje se zmanjšuje,
najbolj v višjih legah

(15 do 20 % na desetletje)



Zmanjšuje se tudi višina novozapadlega
snega

(10 do 15 % na desetletje)



Spreminjajo se pretočni režimi

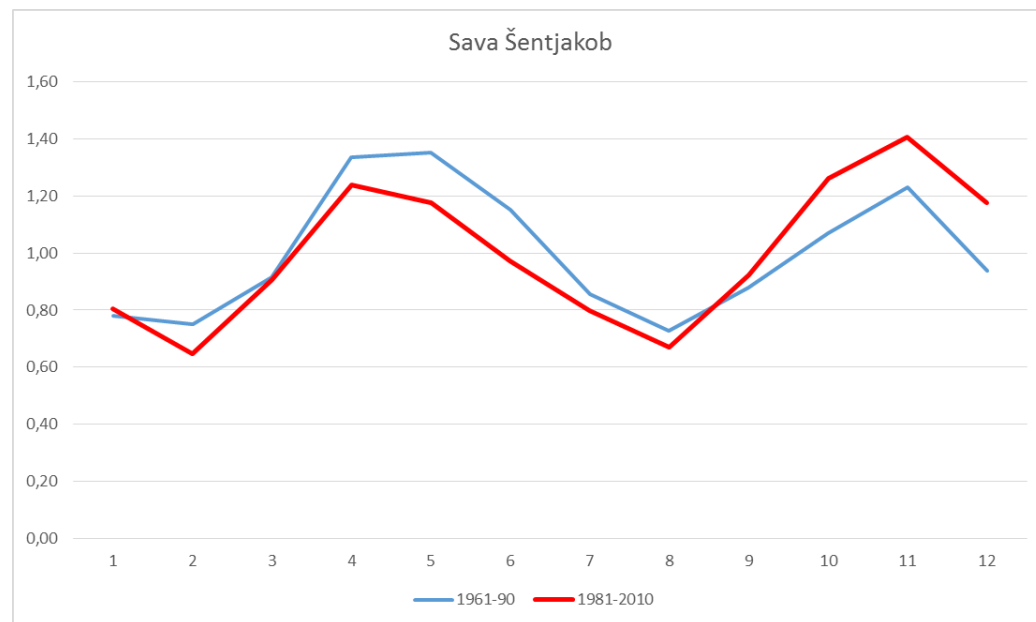
Sprememba padavin

Sprememba temperature

Izhlapevanje

Snežna odeja

Sprememba pretočnih režimov

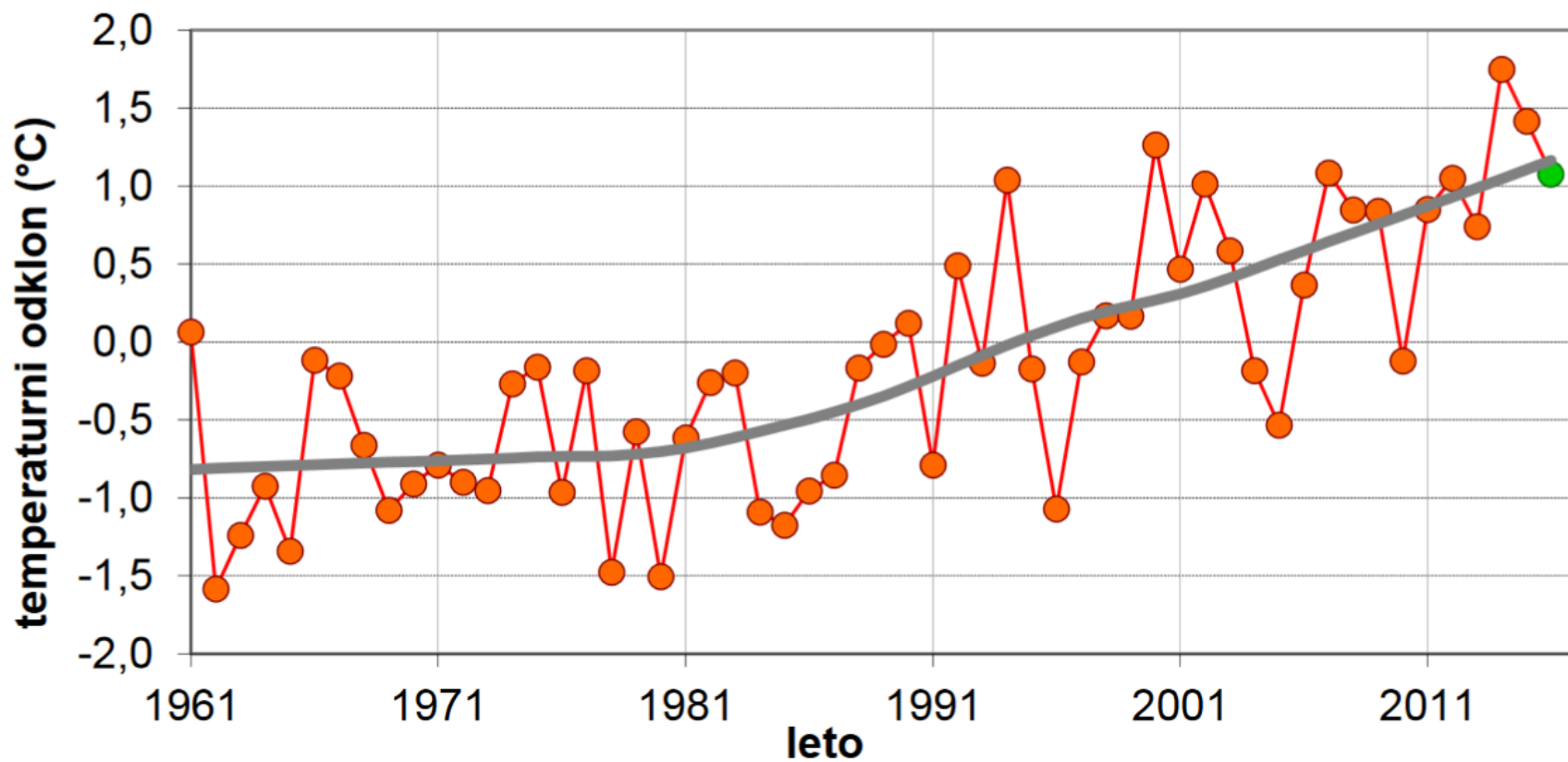


Podnebne projekcije za Slovenijo

Projekcije, Scenariji

- Naravna spremenljivost podnebnega sistema
- Negotovost podnebnih modelov
- Izpusti toplogrednih plinov

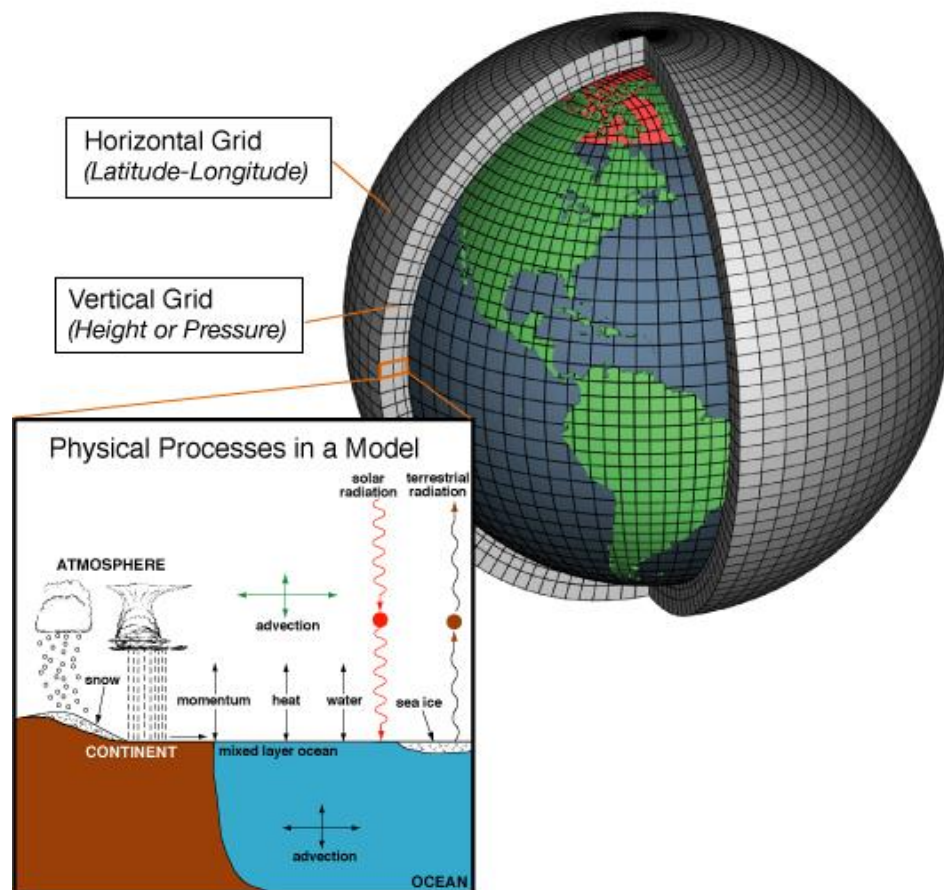
Naravna spremenljivost



Podnebni modeli

PODNEBNI MODELI
matematično-fizikalni
približek dogajanja na
Zemljinem površju in v
ozračju, sestavljeni iz
modulov podnebnega
sistema:

- Ozračje
- Oceani
- Ledeni pokrov
- Kopno
- Vegetacija



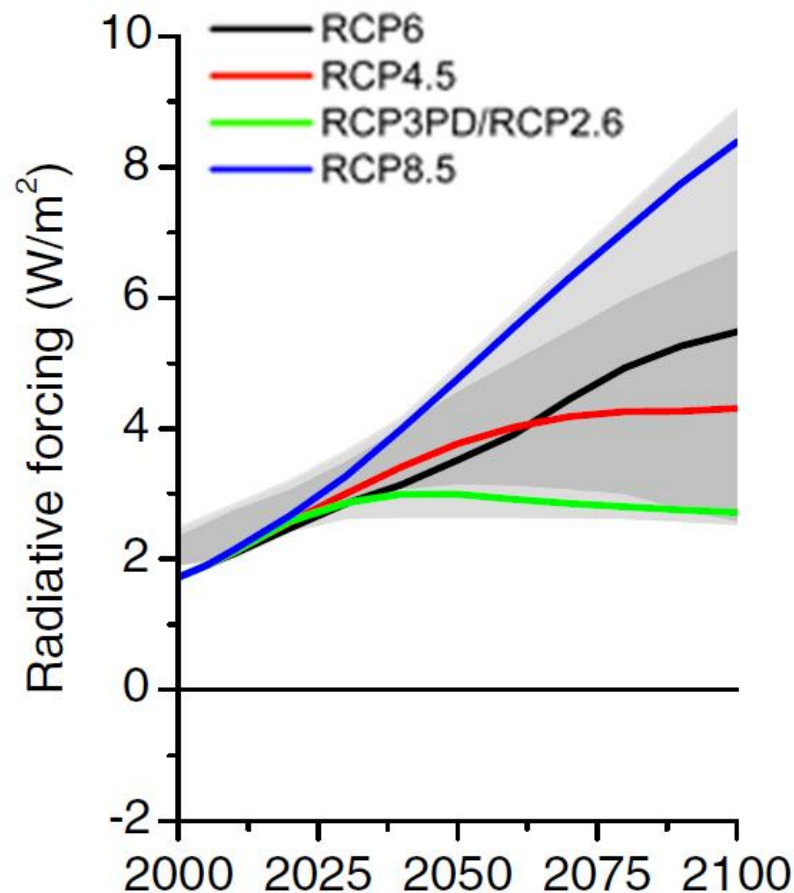
Scenariji izpustov toplogrednih plinov

4 scenariji izpustov (IPCC):

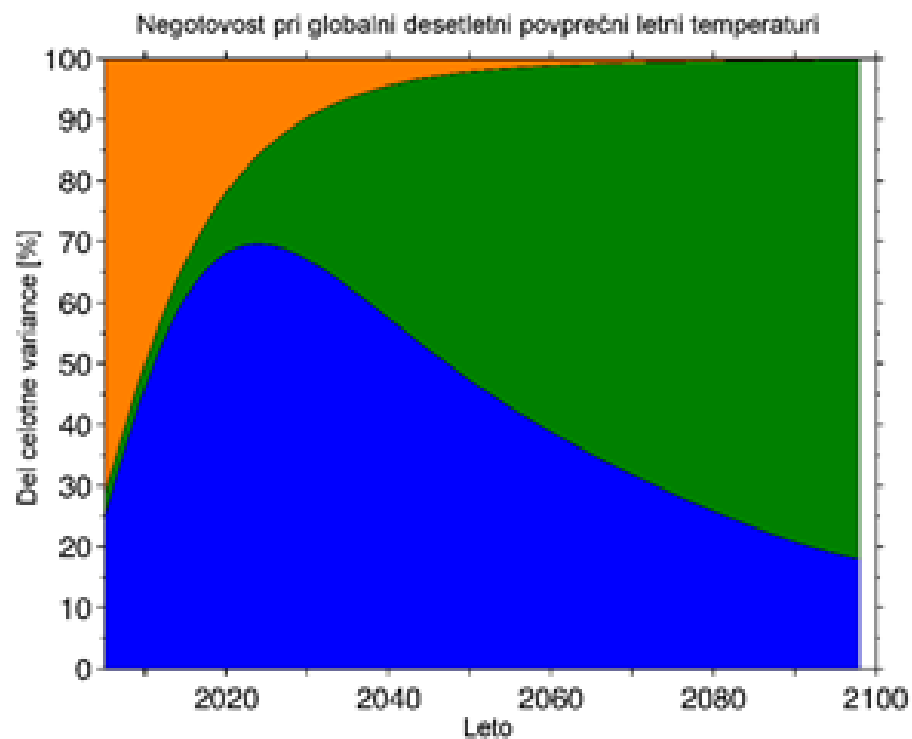
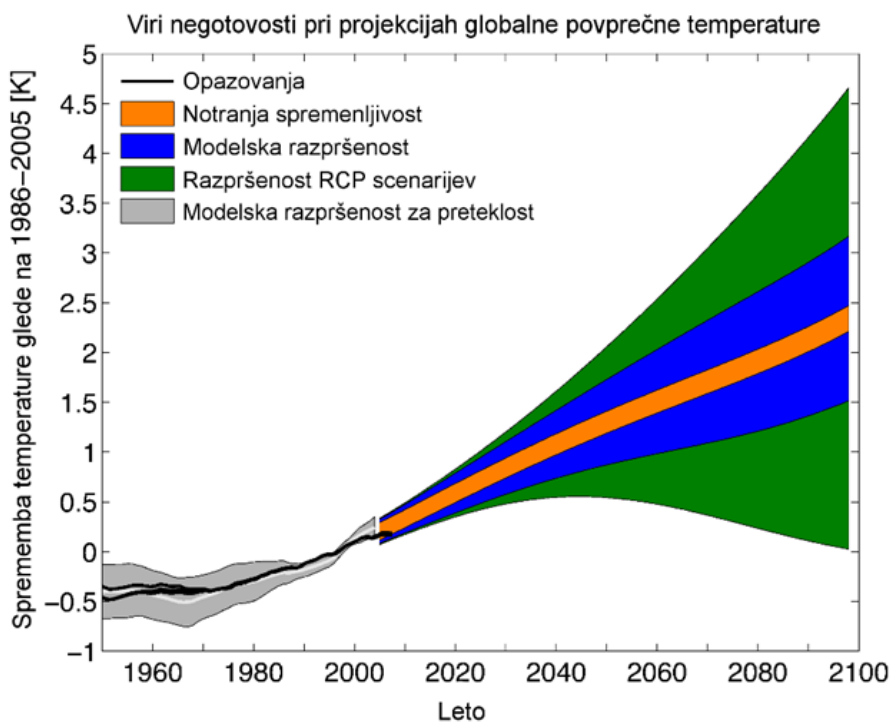
Značilni poteki vsebnosti

(Representative Concentration Pathways) - **RCP**

- Politike omejevanja izpustov (Pariški sporazum)
- Rast prebivalstva

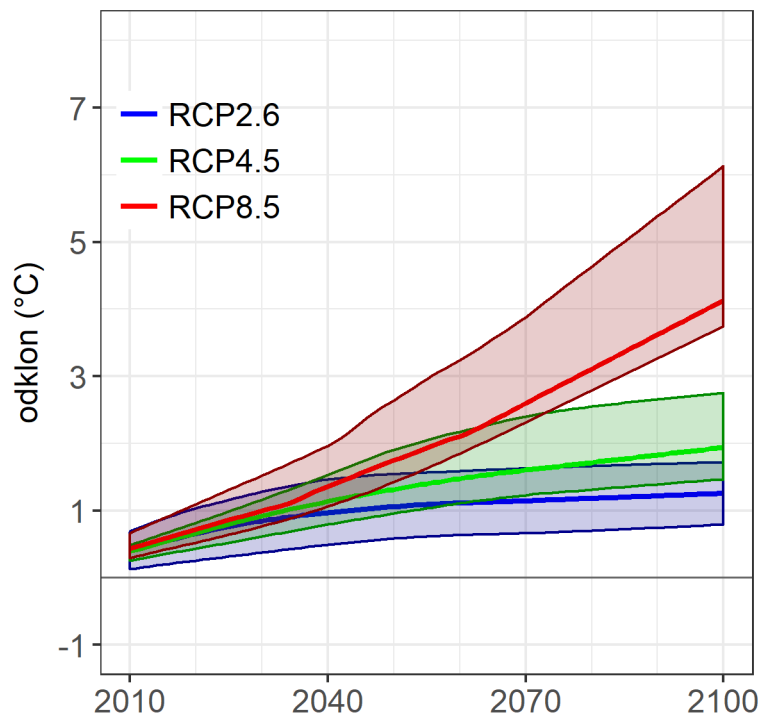


Negotovost projekcij



Temperatura bo še naprej rasla

Dvig temperature v Sloveniji do konca stoletja je zelo odvisen od scenarija izpustov TGP



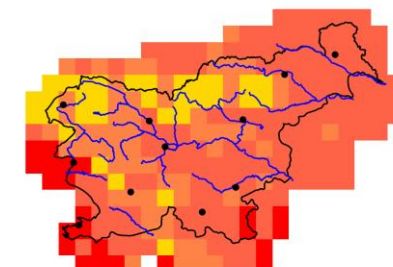
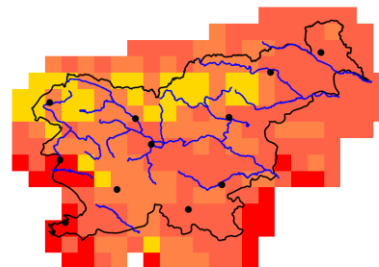
Spremembe števila vročih dni

RCP4.5

RCP8.5

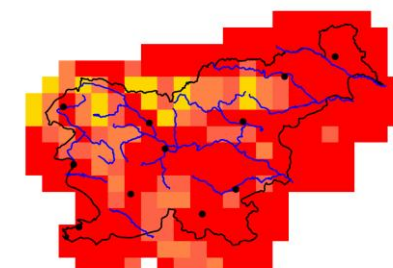
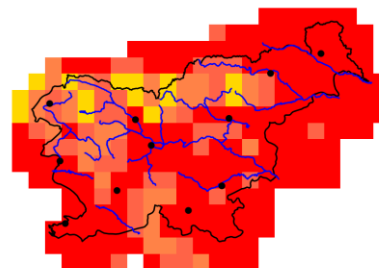
2011-2040

2011-2040



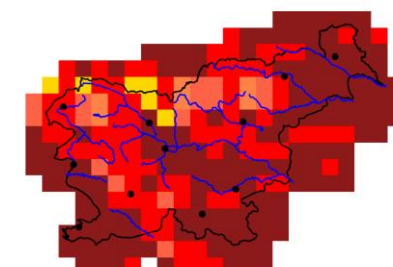
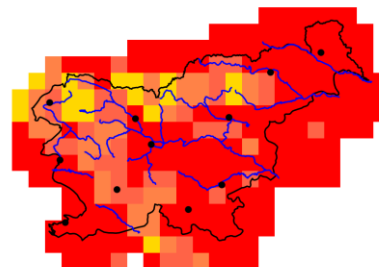
2041-2070

2041-2070

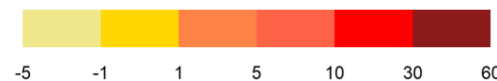


2071-2100

2071-2100



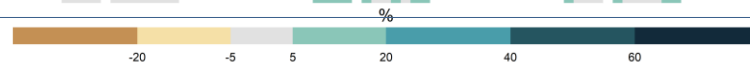
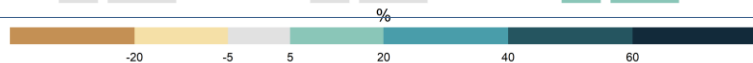
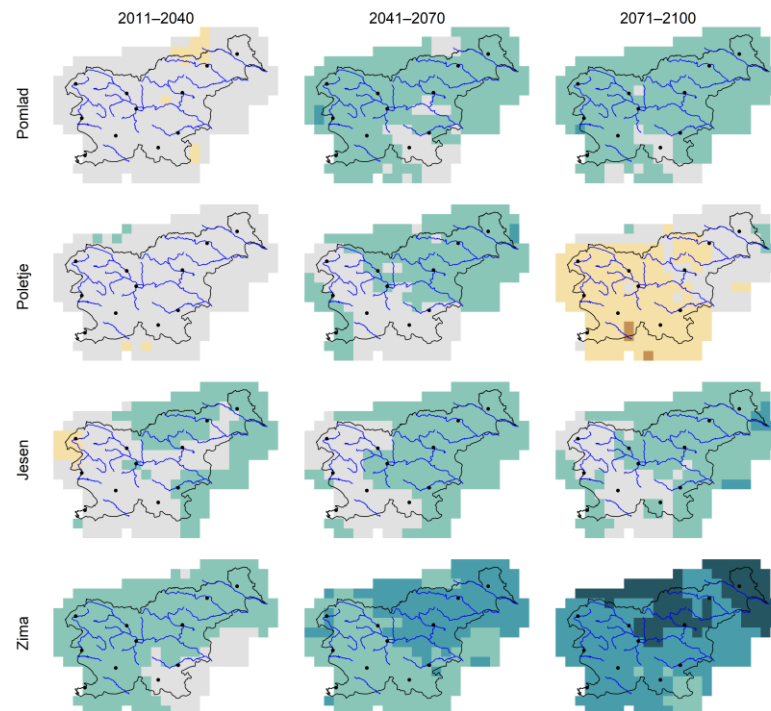
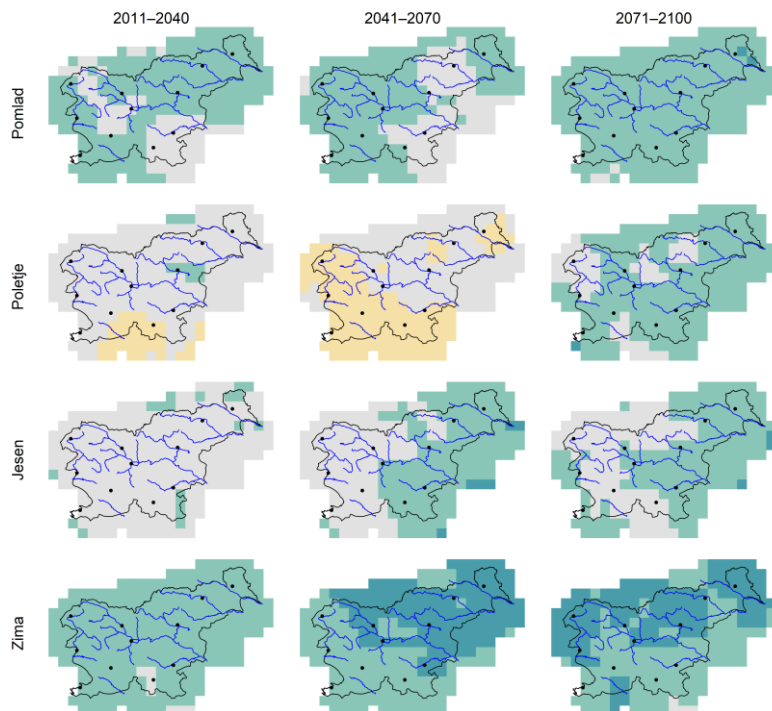
Število dni



Sprememba padavinskega režima je odvisna od izpustov TGP

RCP4.5

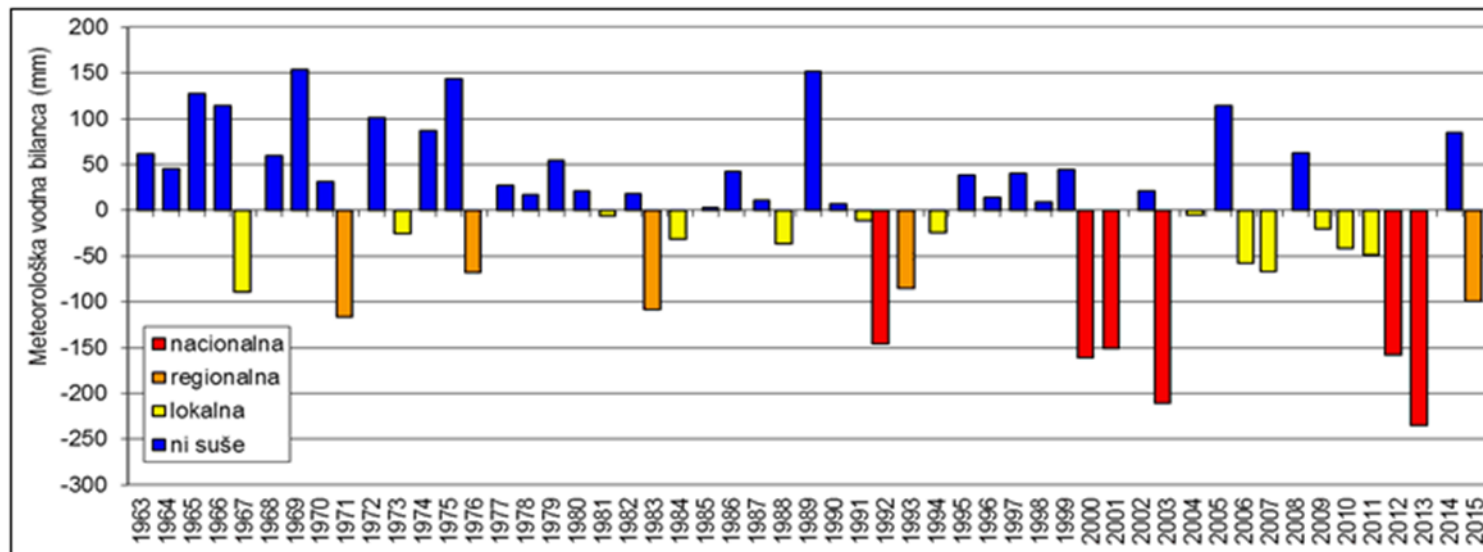
RCP8.5



Povečala se bo pogostost in jakost ekstremnih dogodkov

Suša v toplém delu leta

- Povečano izhlapevanje
- Manj padavin
- Manjši prenos zaloge vode iz snežne odeje



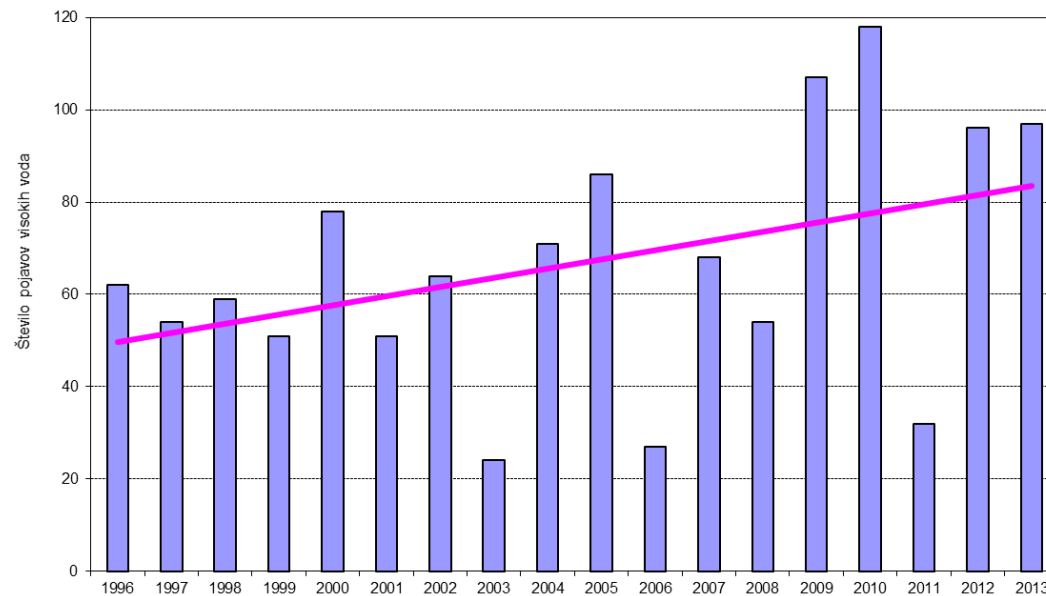
Povečala se bo pogostost in jakost ekstremnih dogodkov

Večja verjetnost poplav

Hladna polovica leta:

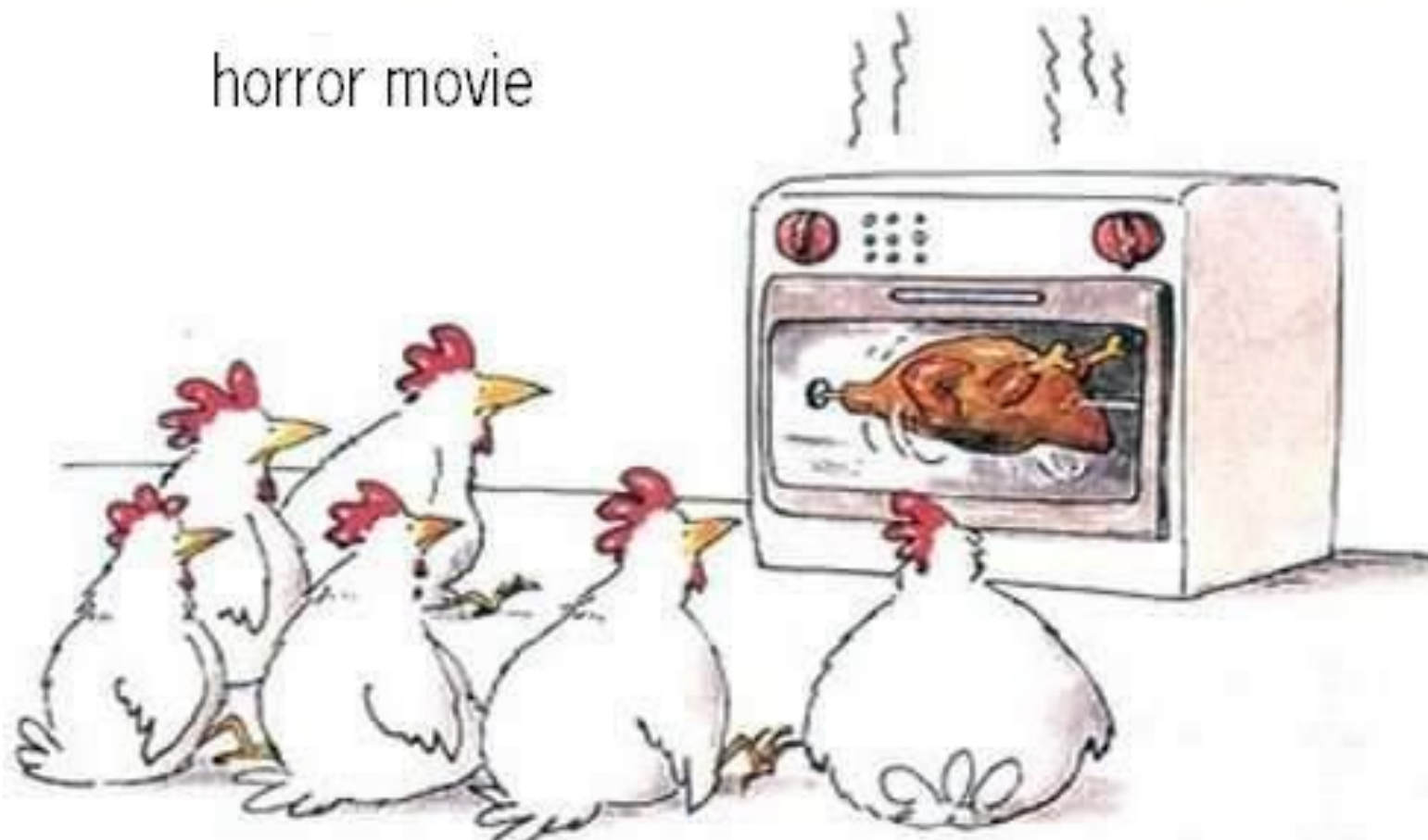
- več padavin,
- manj v obliki snega

Večja intenziteta padavin tudi poleti



In kaj lahko storimo?

horror movie



Ni večje napake, kot če ne storimo nič, zato, ker lahko storimo le zelo malo.

Energijska potratnost!



140 kWh/d
peak 25 kW



1,2 ha
na
osebo

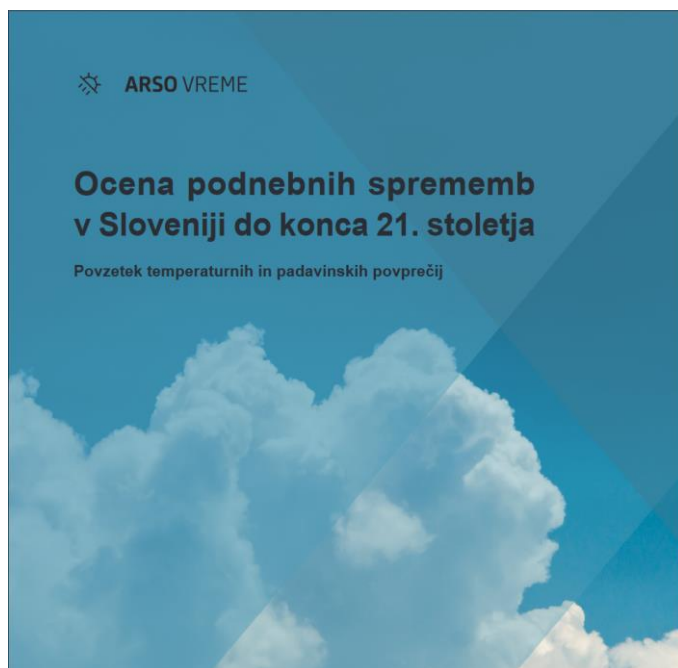


126
kWh/d
a
n



Rezultati Povzetki poročil

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/change/>



Hvala za pozornost!