

# Podnebne spremembe

Mojca Dolinar



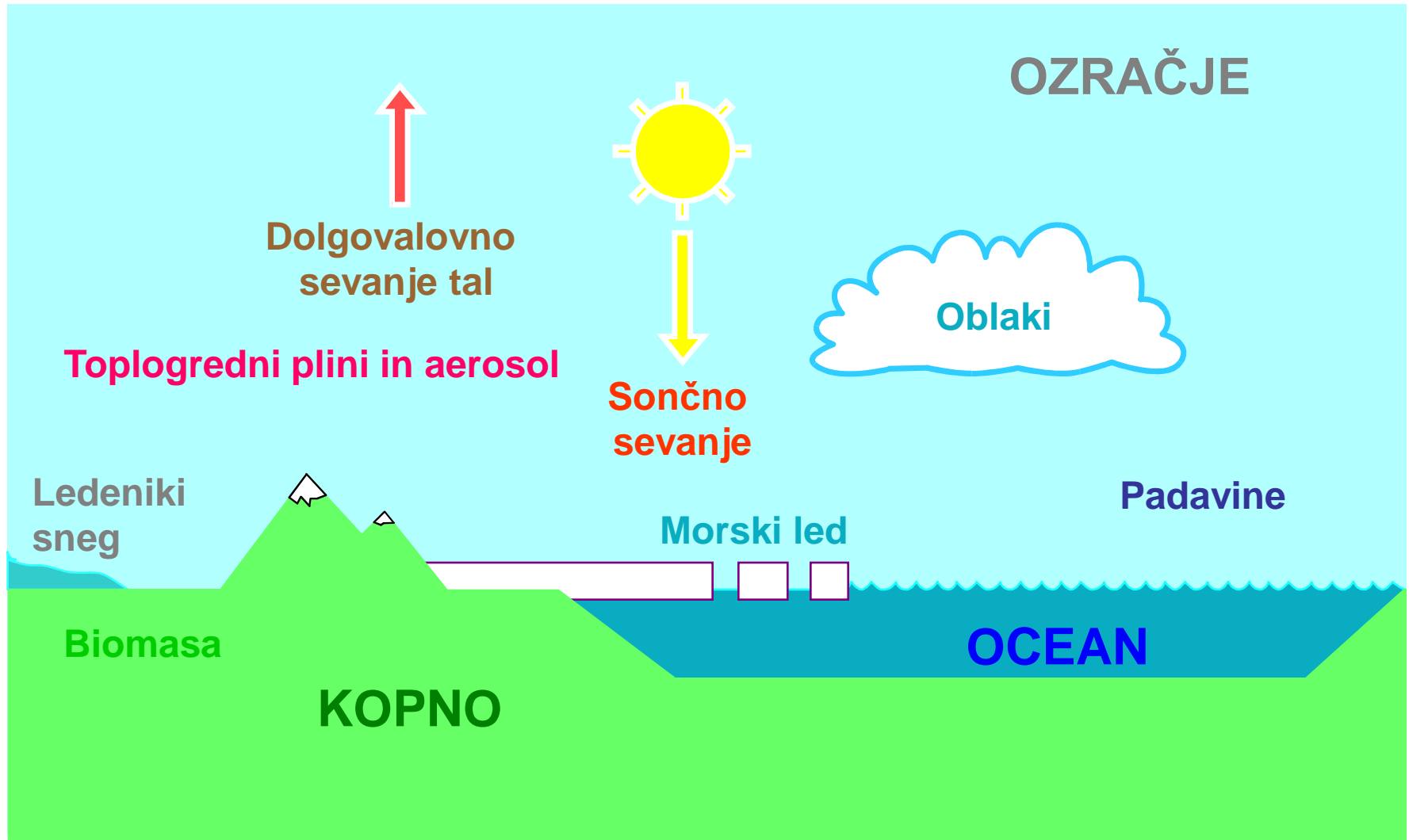
# Vsebina

- 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



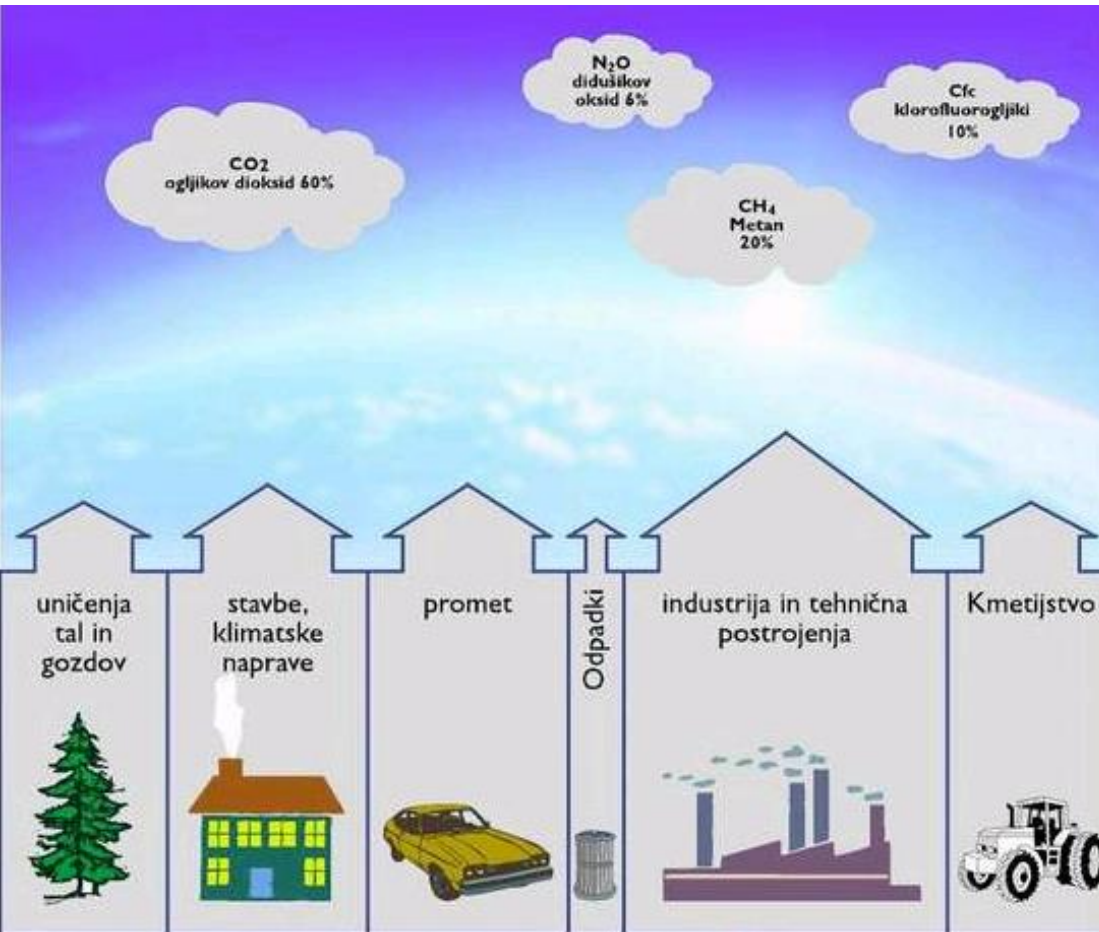
# Učinek tople grede

- zaradi TGP  $\sim 33$  °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

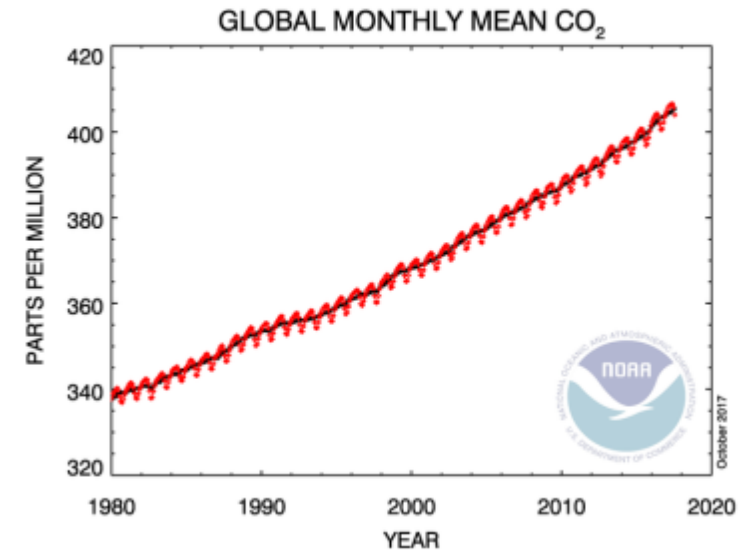


Shema energijske bilance Zemlje (tokovi) in vpliv toplogrednih plinov.

# Toplogredni plini



Full Record Global CO<sub>2</sub>



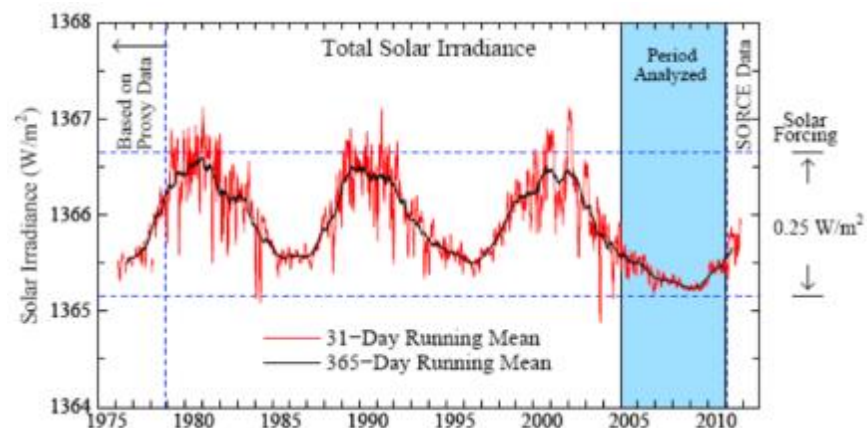
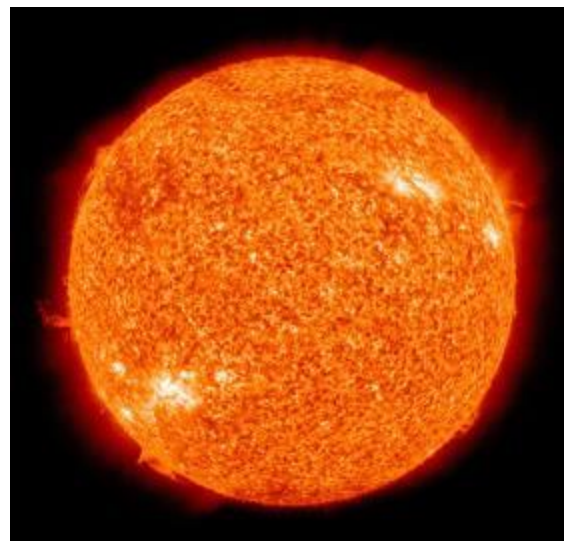
Vsebnost toplogrednih plinov CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, ... narašča

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



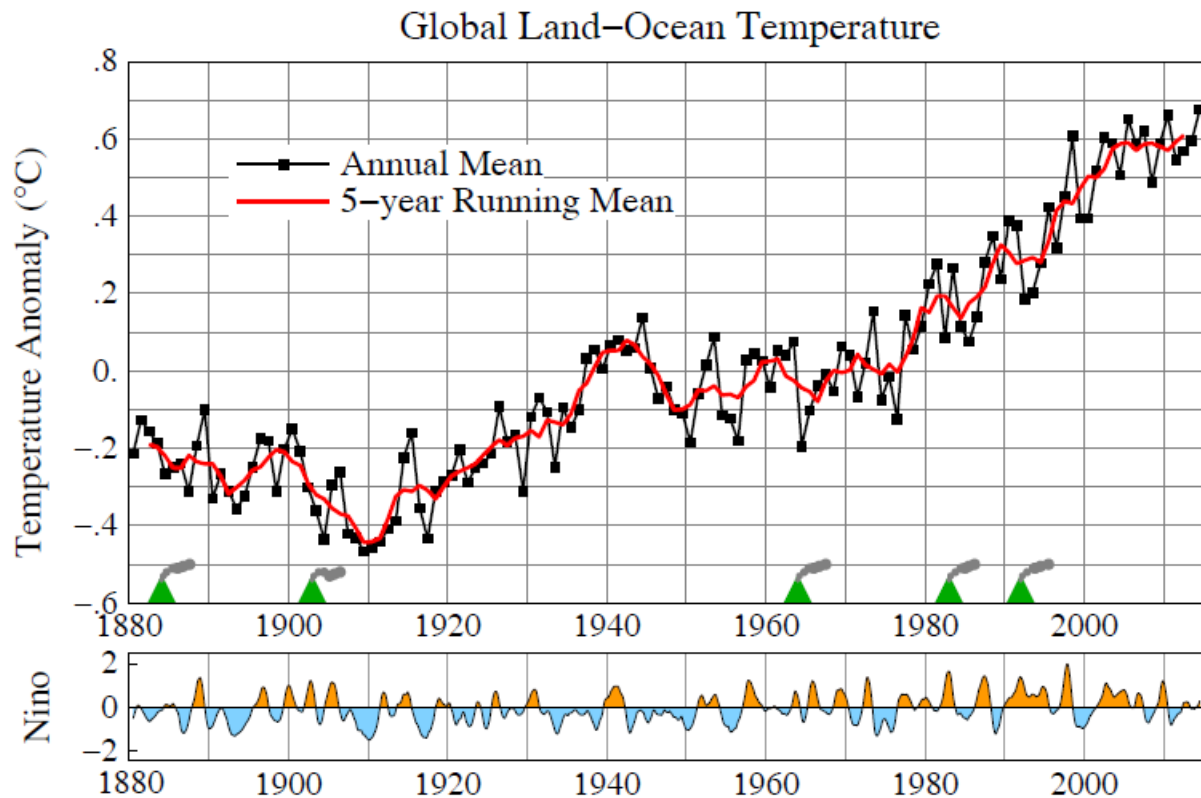
# Sončno sevanje

- 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 %.



# 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).





# Vzroki podnebnih sprememb

<b>Razlog za spremembo podnebja</b>	<b>Značilna časovna skala (leta)</b>
Vpliv človeka na spremembe površja	1-100
Vpliv človeka na spremembe v ozračju	1-100
Vulkanska aktivnost	1-100
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

# Podnebje v Sloveniji v preteklih desetletjih

# Meritve v ozračju

Poleg podnebnih oz. vremenskih razmer na meritev vpliva tudi:

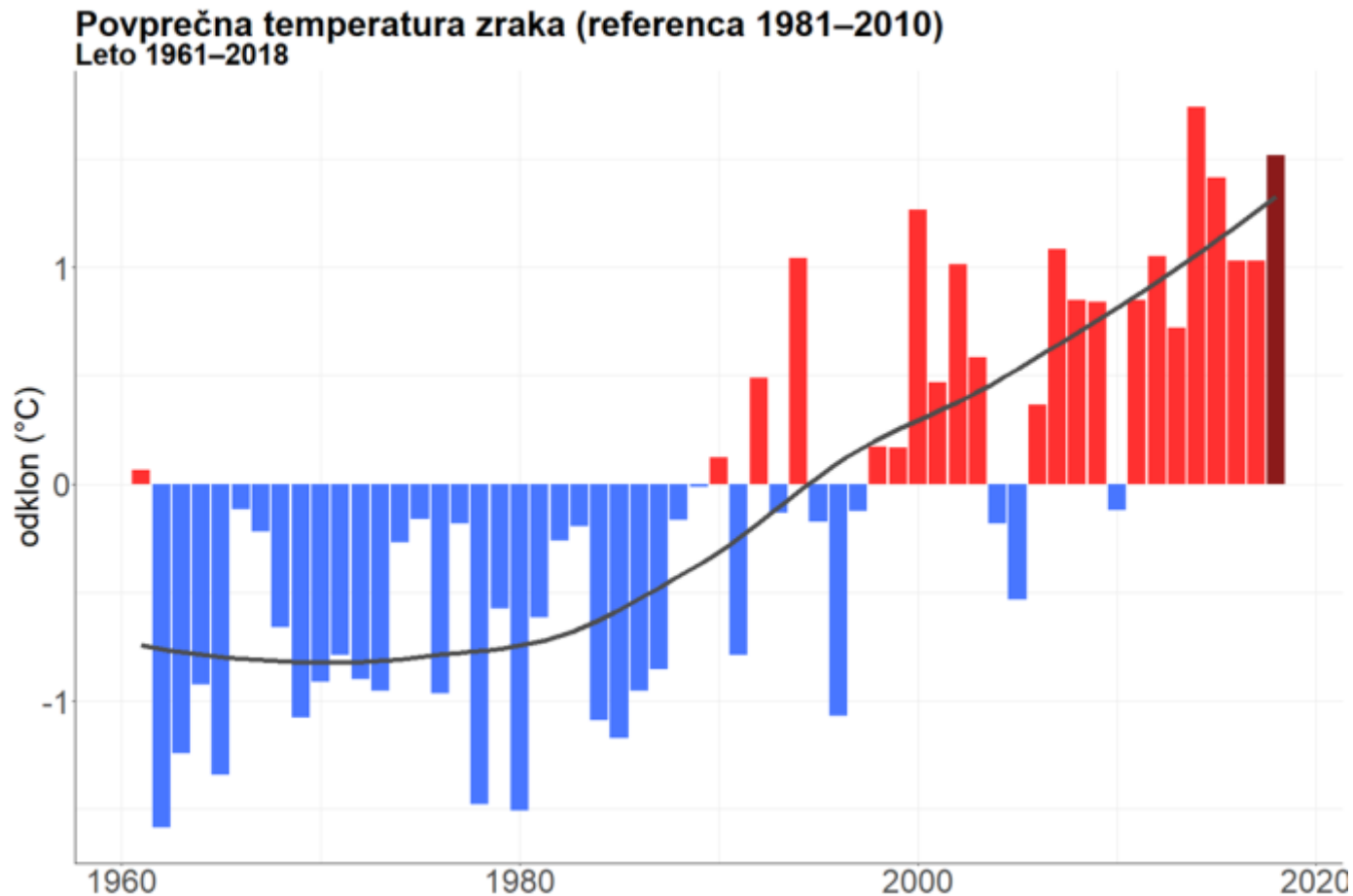
- Mikrolokacija – mikroklima merilnega mesta (rastje in pozidava, lokalne reliefne značilnosti, bližina vode...)
- Inštrument oz. senzor, s katerim merimo (merilna tehnika, tip inštrumenta...)
- Opazovalni termin (standardizirano!)
- Meteorološki opazovalec

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.



# Temperatura v Sloveniji narašča

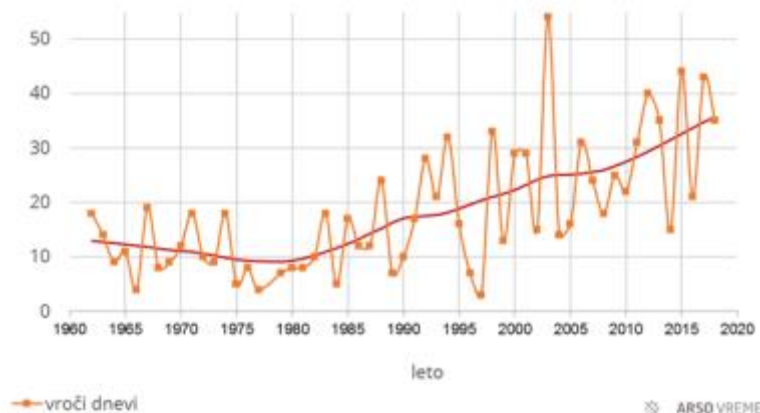
- Zadnjih 50 let s trendom  $0,33\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ let}$
- Porast temperature v zadnjih 60 letih  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$



# Naraščča toplotna obremenitev

	topli dnevi ( $T_{\max} > 25 \text{ }^\circ\text{C}$ )	vroči dnevi ( $T_{\max} > 30 \text{ }^\circ\text{C}$ )	tropske noči ( $T_{\min} > 20 \text{ }^\circ\text{C}$ )
Nova Gorica	97	33	3.7
Ljubljana	73	19	2.7
Murska Sobota	70	17	1.6
Rateče	33	5	0

## Ljubljana

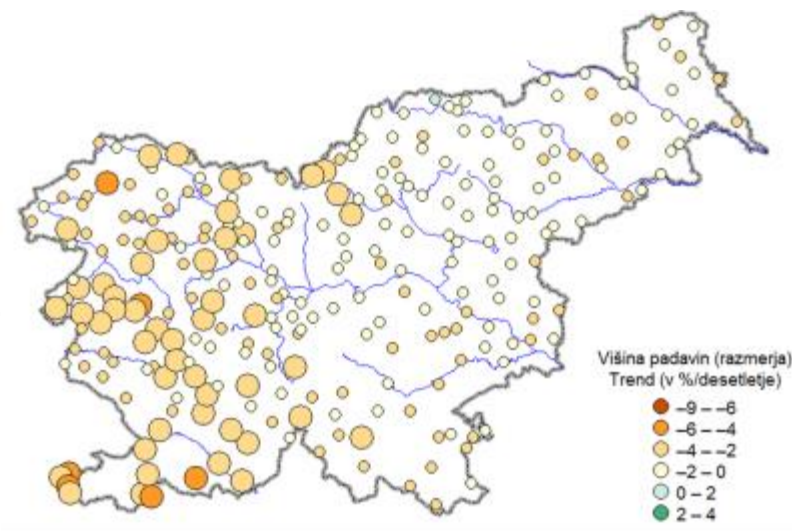
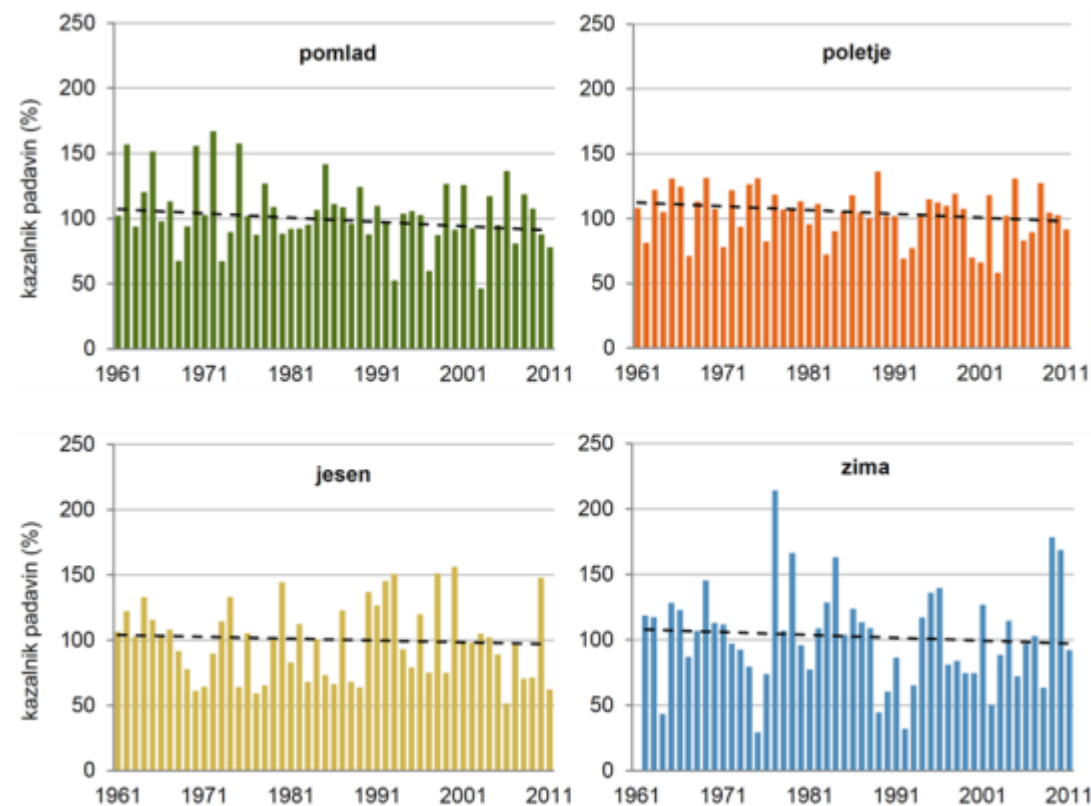


## Ljubljana



# Padavin je manj

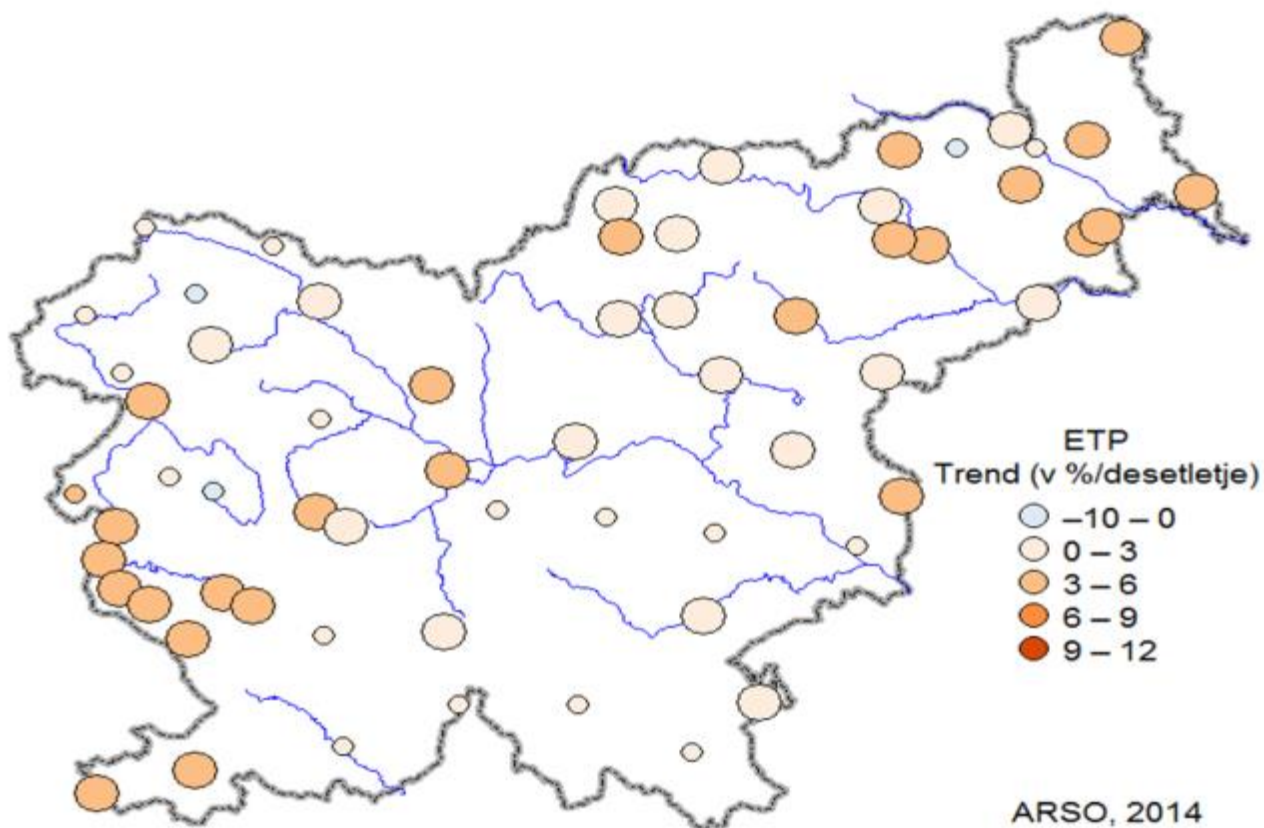
Na letni ravni je manj padavin na Z države (3 %/desetletje)





# Izhlapevanje se je povečalo

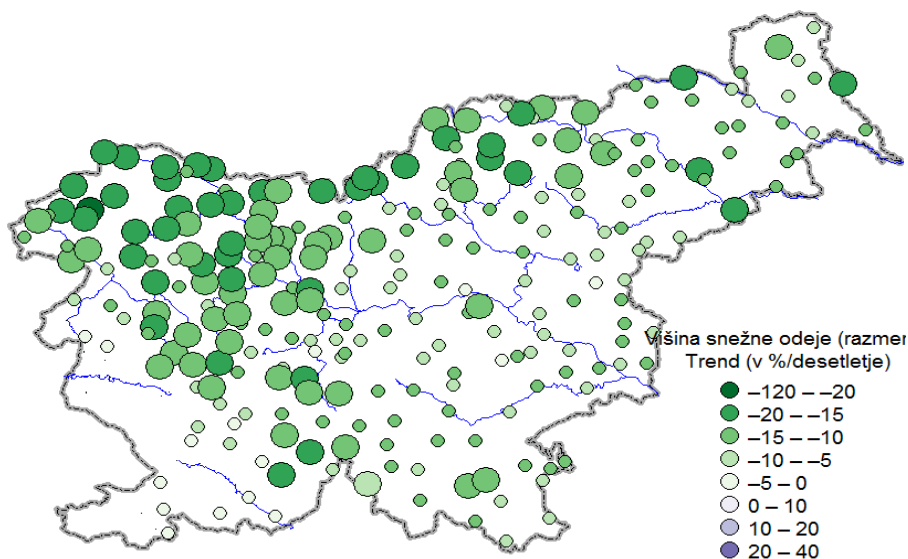
Najbolj v regijah, kjer je pomanjkanje vode veliko (2-4 %/desetletje)



# Manj je snega

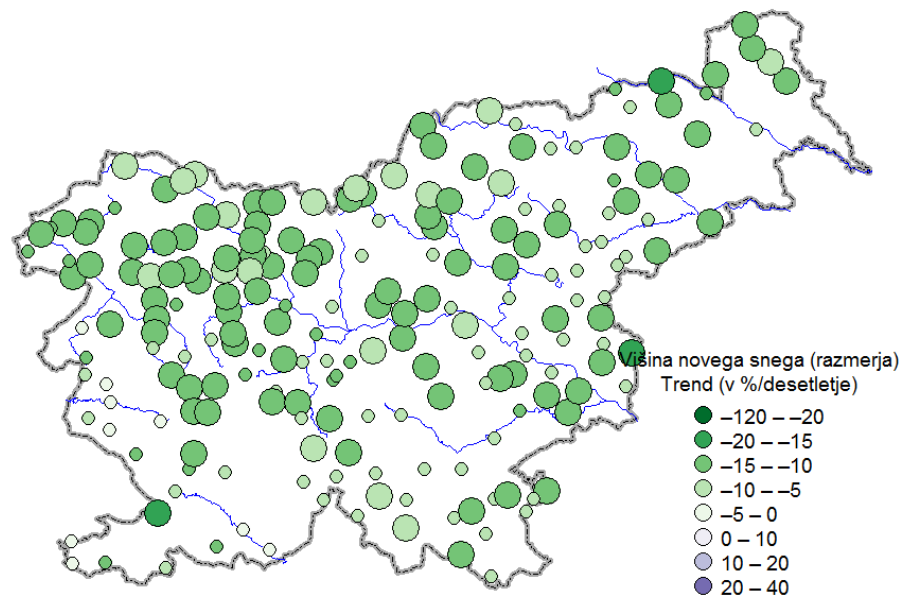
Višina snežne odeje se zmanjšuje,  
najbolj v višjih legah

(15 do 20 % na desetletje)



Zmanjšuje se tudi višina novozapadlega  
snega

(10 do 15 % na desetletje)



# Spreminjajo se pretočni režimi

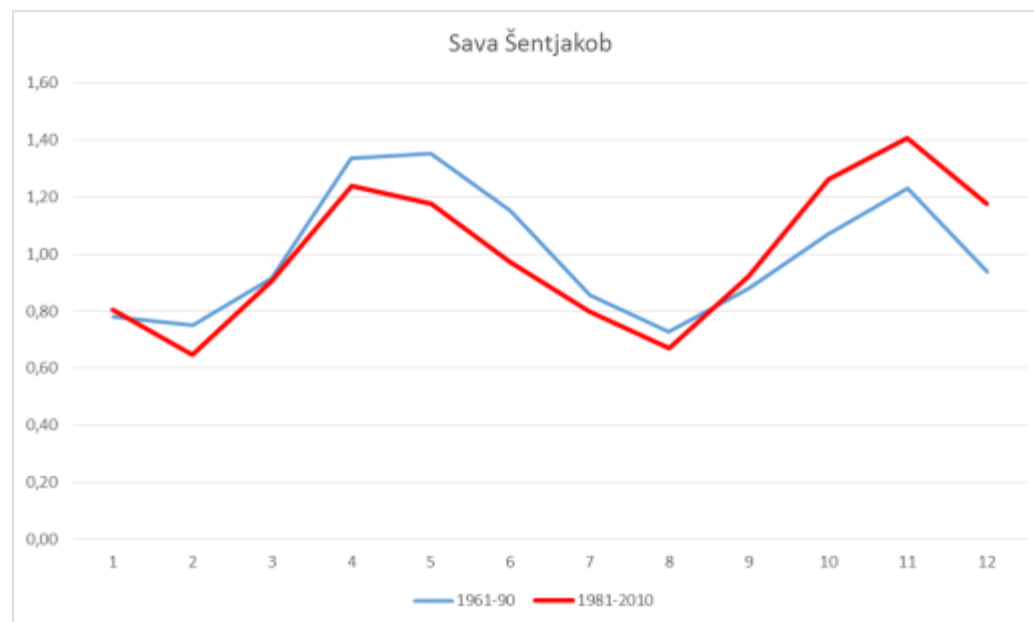
Sprememba padavin

Sprememba temperature

Izhlapevanje

Snežna odeja

## Sprememba pretočnih režimov

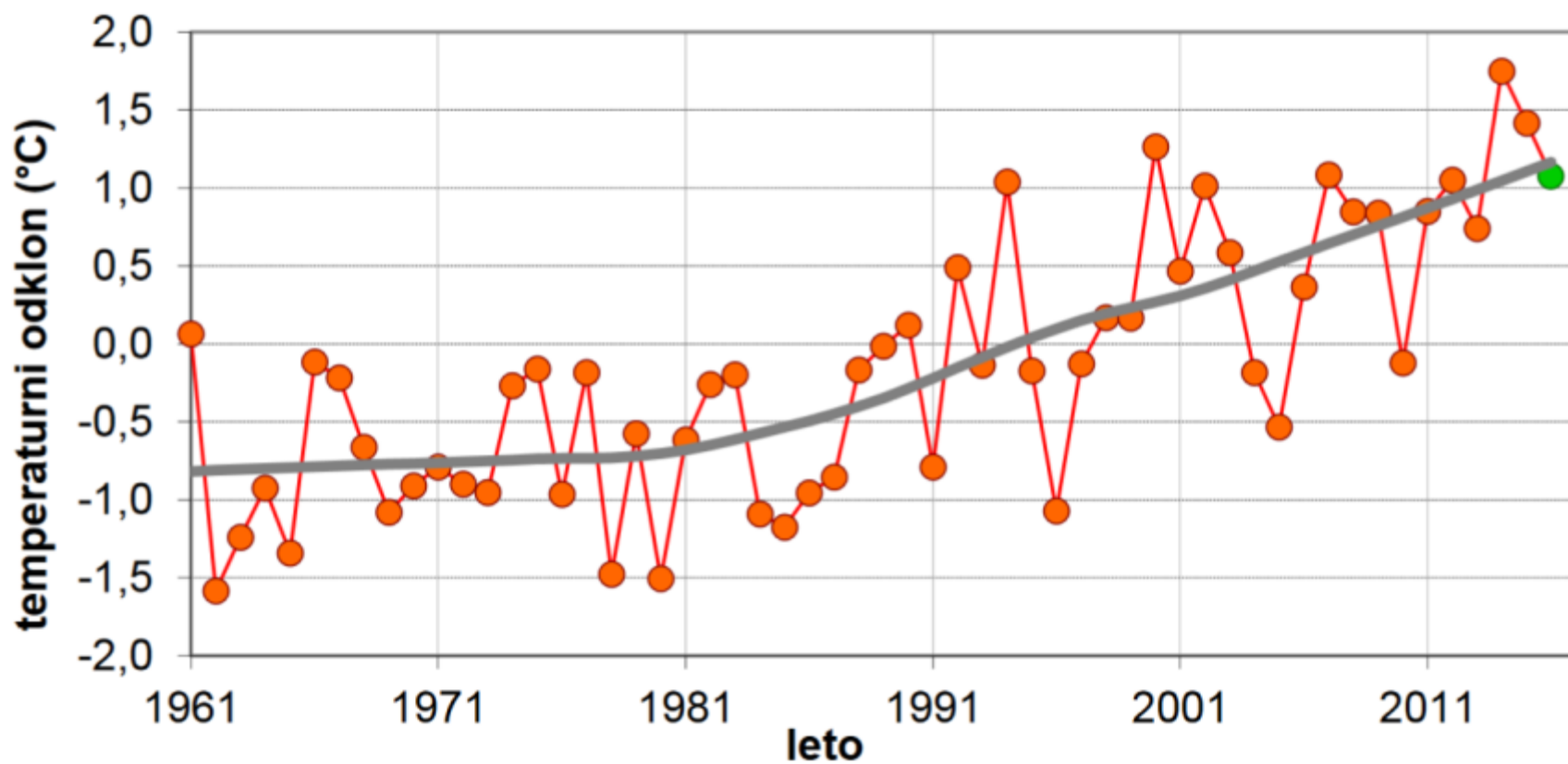


# Podnebne projekcije za Slovenijo

## Projekcije, Scenariji

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

# Naravna spremenljivost

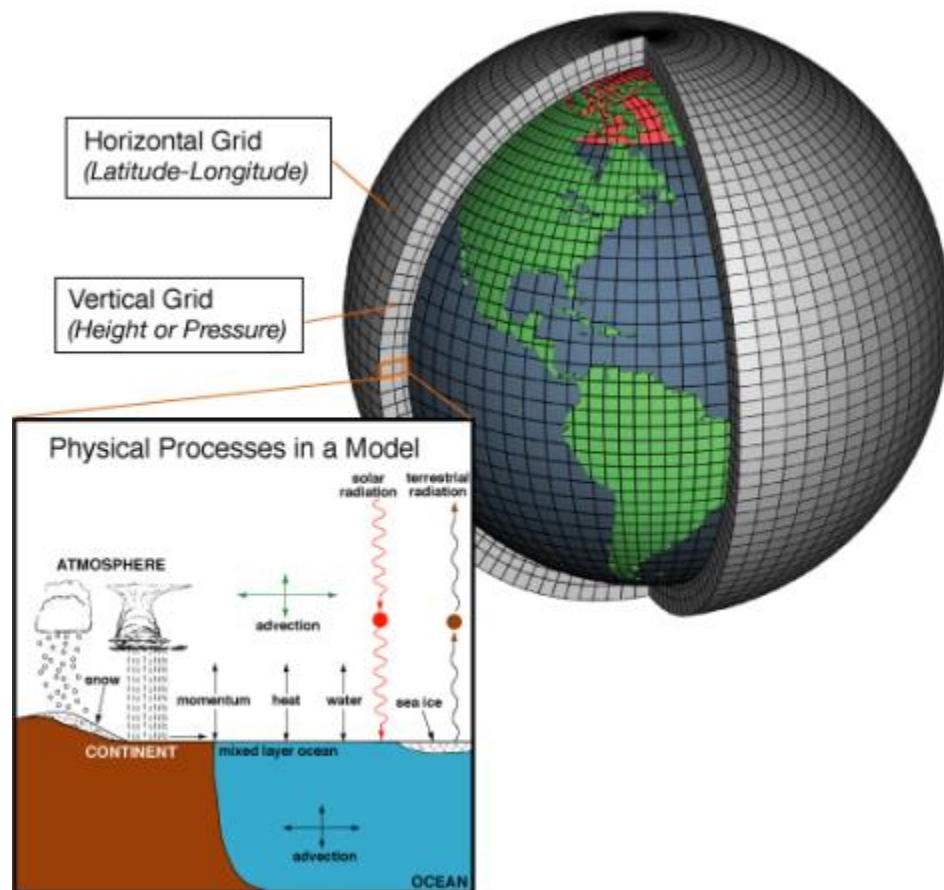




# Podnebni modeli

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

- Ozračje
- Oceani
- Ledeni pokrov
- Kopno
- Vegetacija



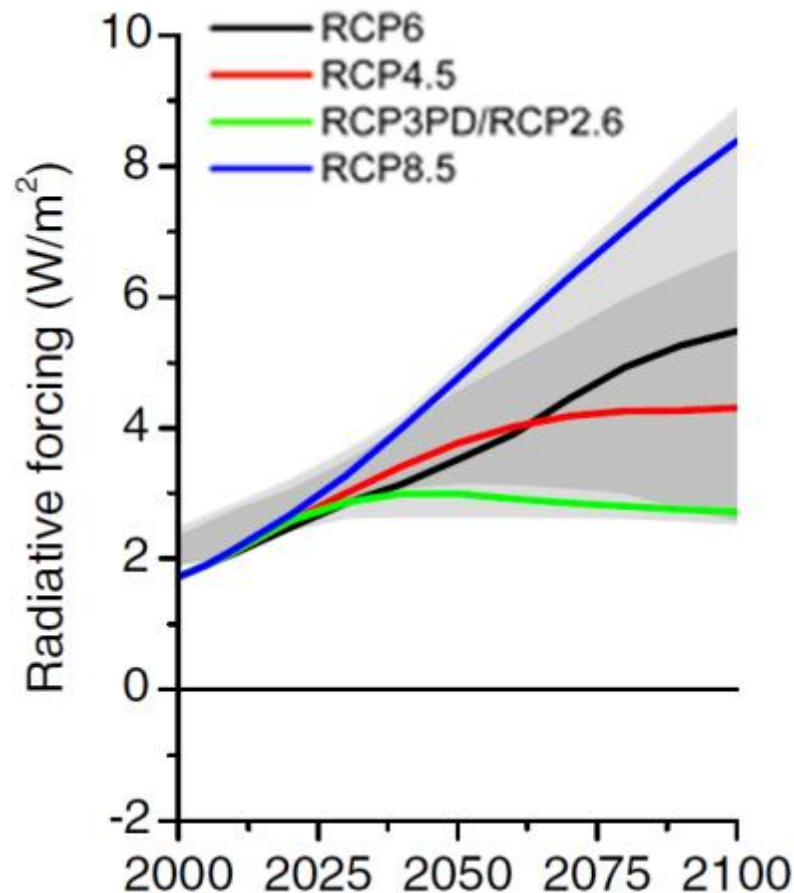
# Scenariji izpustov toplogrednih plinov

## 4 scenariji izpustov (IPCC):

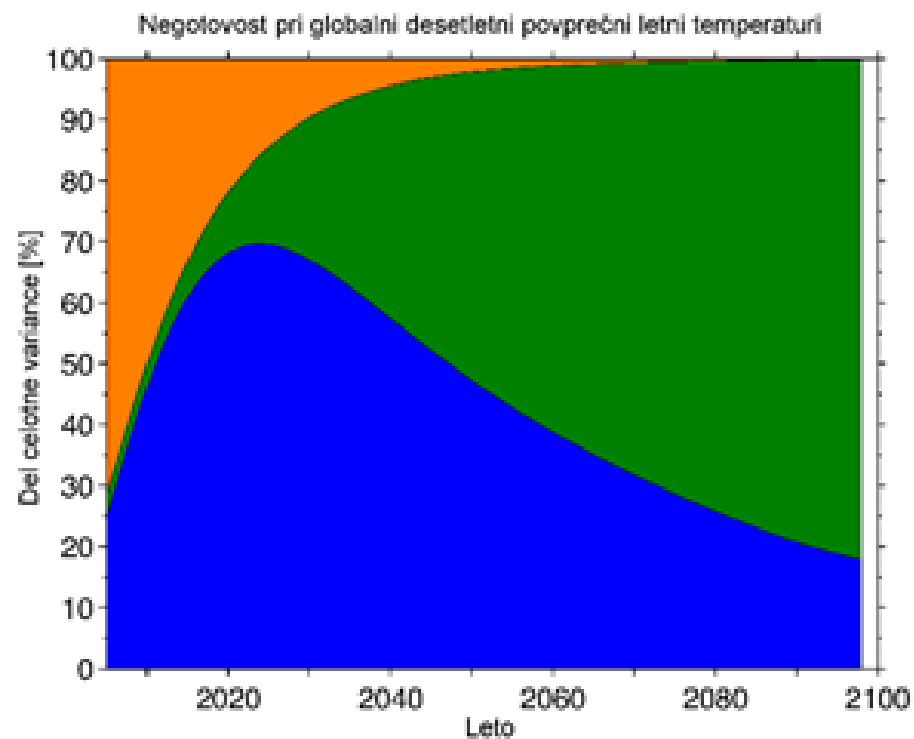
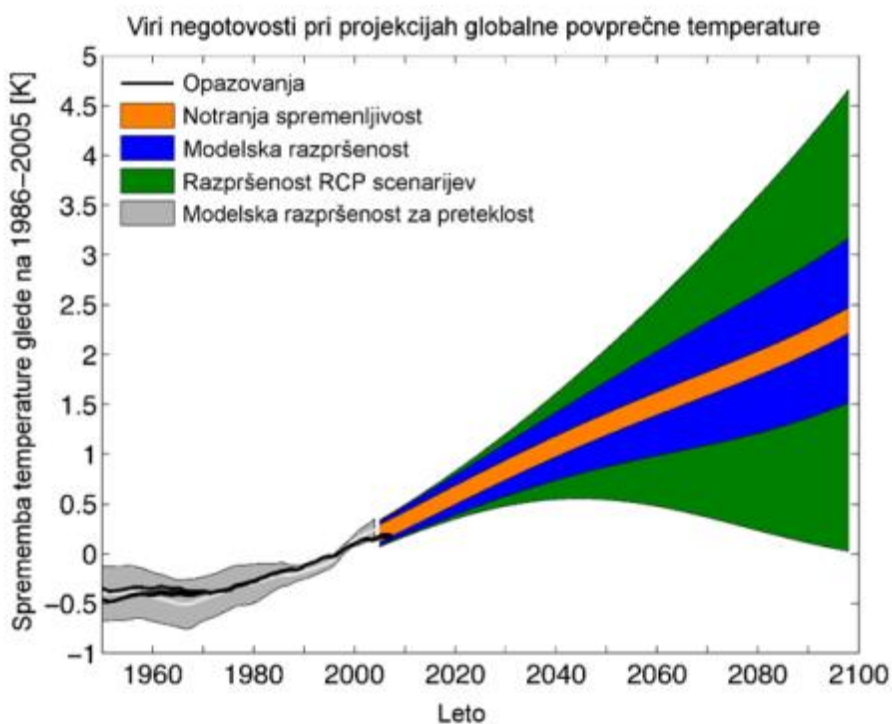
Značilni poteki vsebnosti

(Representative Concentration Pathways) - **RCP**

- Politike omejevanja izpustov (Pariški sporazum)
- Rast prebivalstva

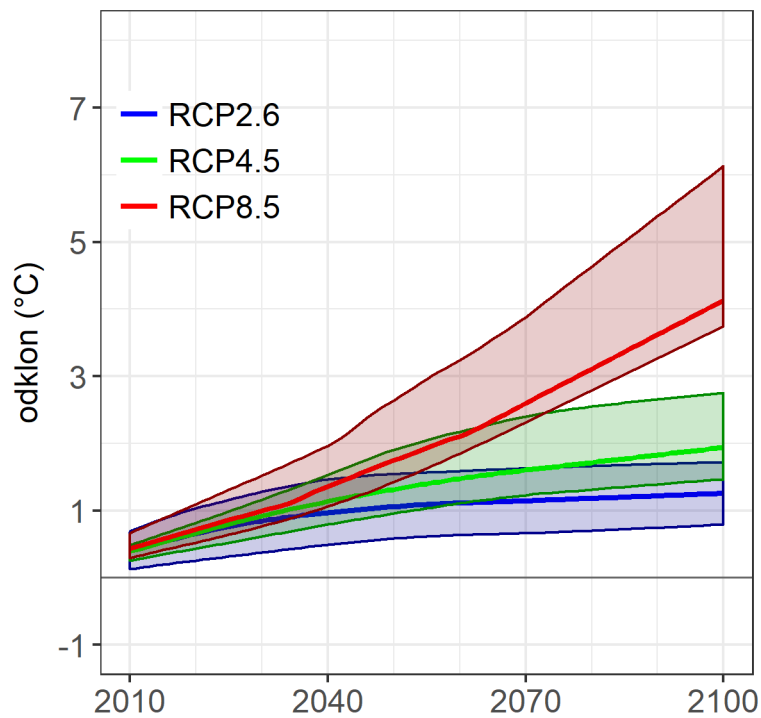


# Negotovost projekcij



# Temperatura bo še naprej rasla

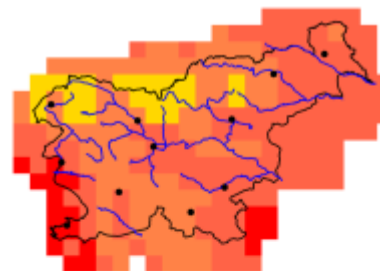
Dvig temperature v Sloveniji do konca stoletja je zelo odvisen od scenarija izpustov TGP



Spremembe števila vročih dni

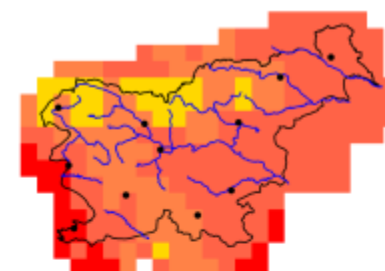
RCP4.5

2011–2040

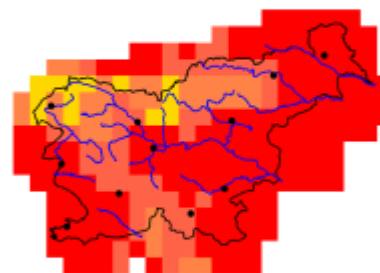


RCP8.5

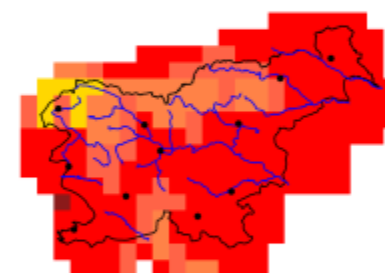
2011–2040



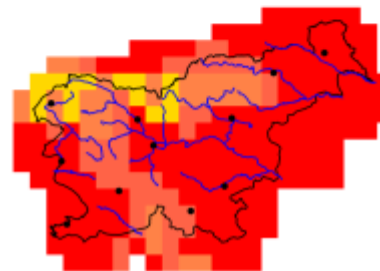
2041–2070



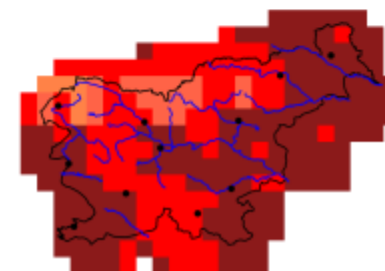
2041–2070



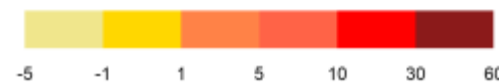
2071–2100



2071–2100



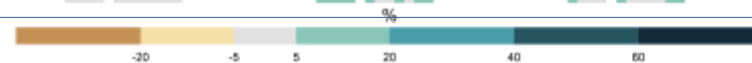
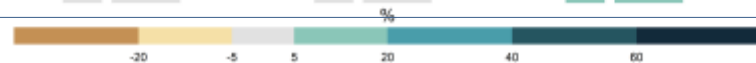
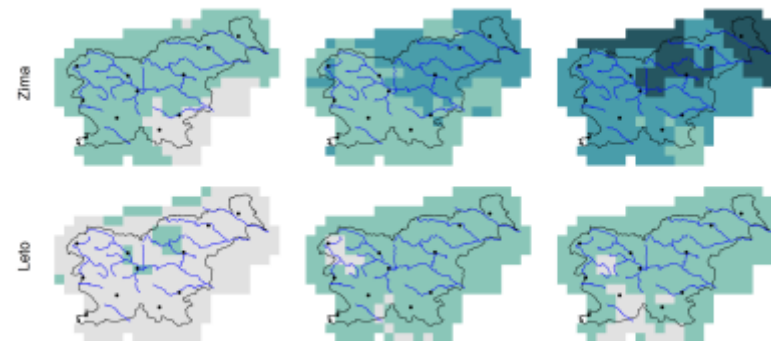
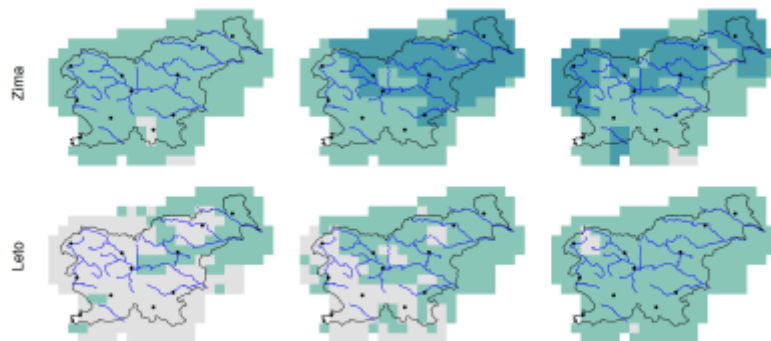
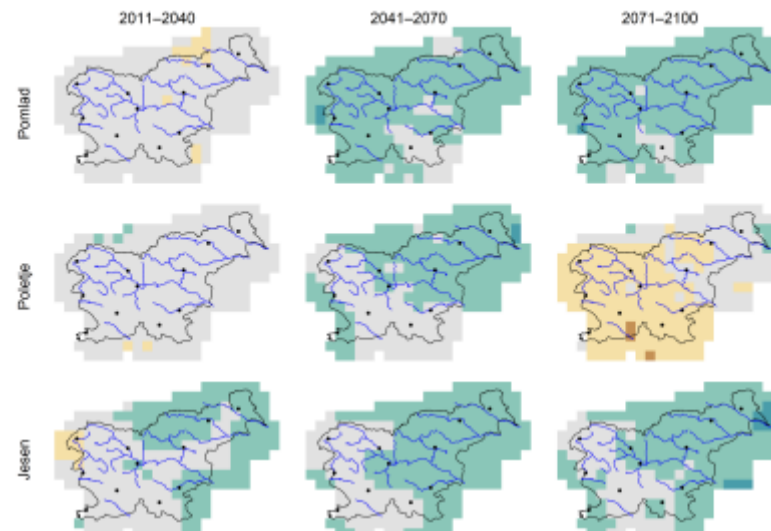
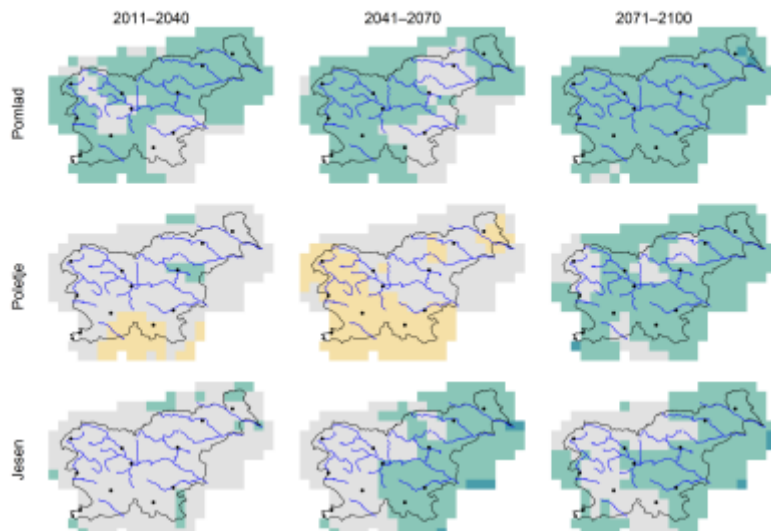
Število dni



# Sprememba padavinskega režima je odvisna od izpustov TGP

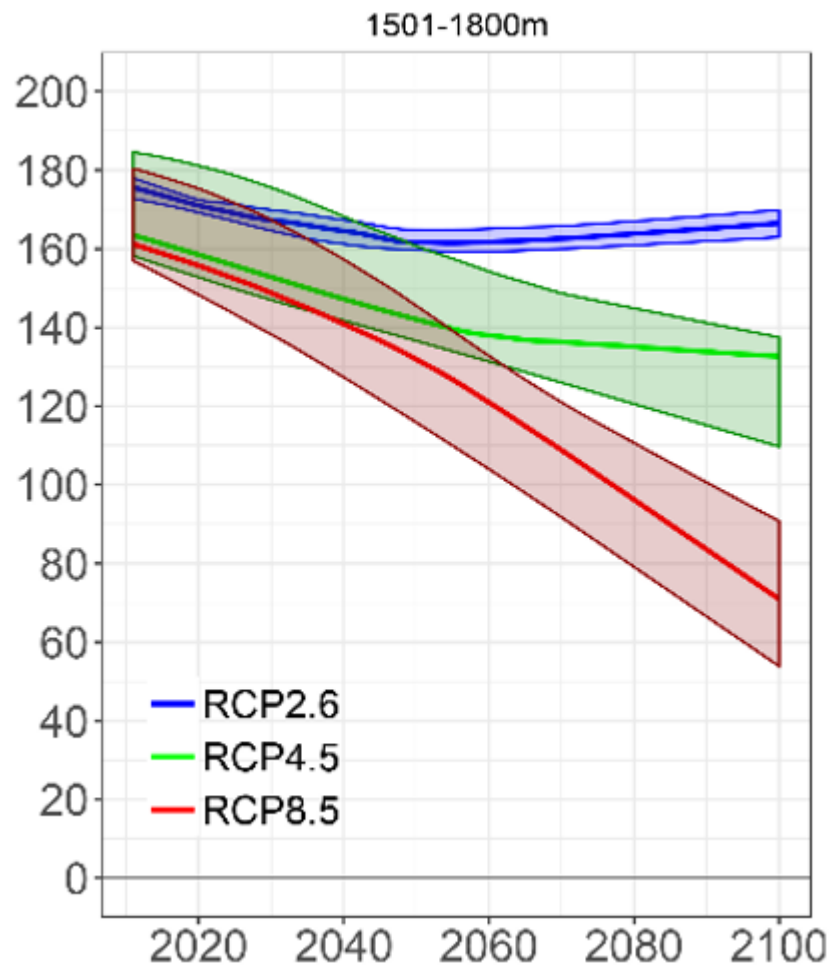
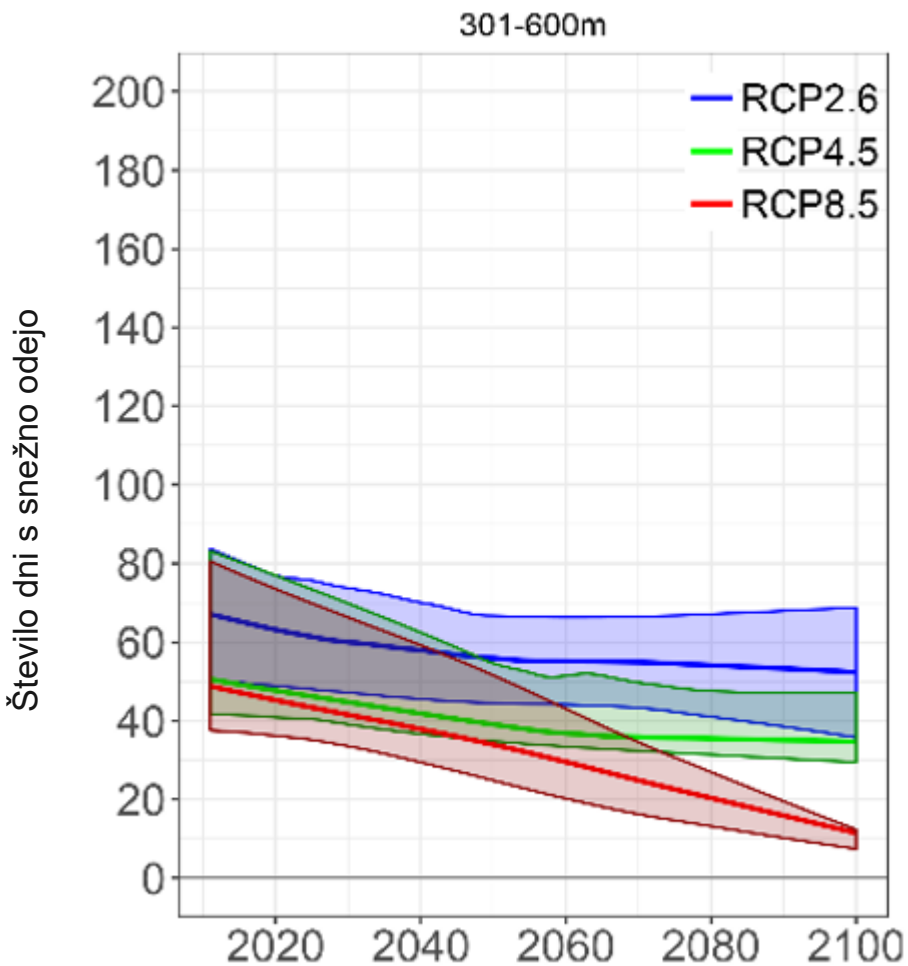
RCP4.5

RCP8.5



# Sprememba snežne odeje

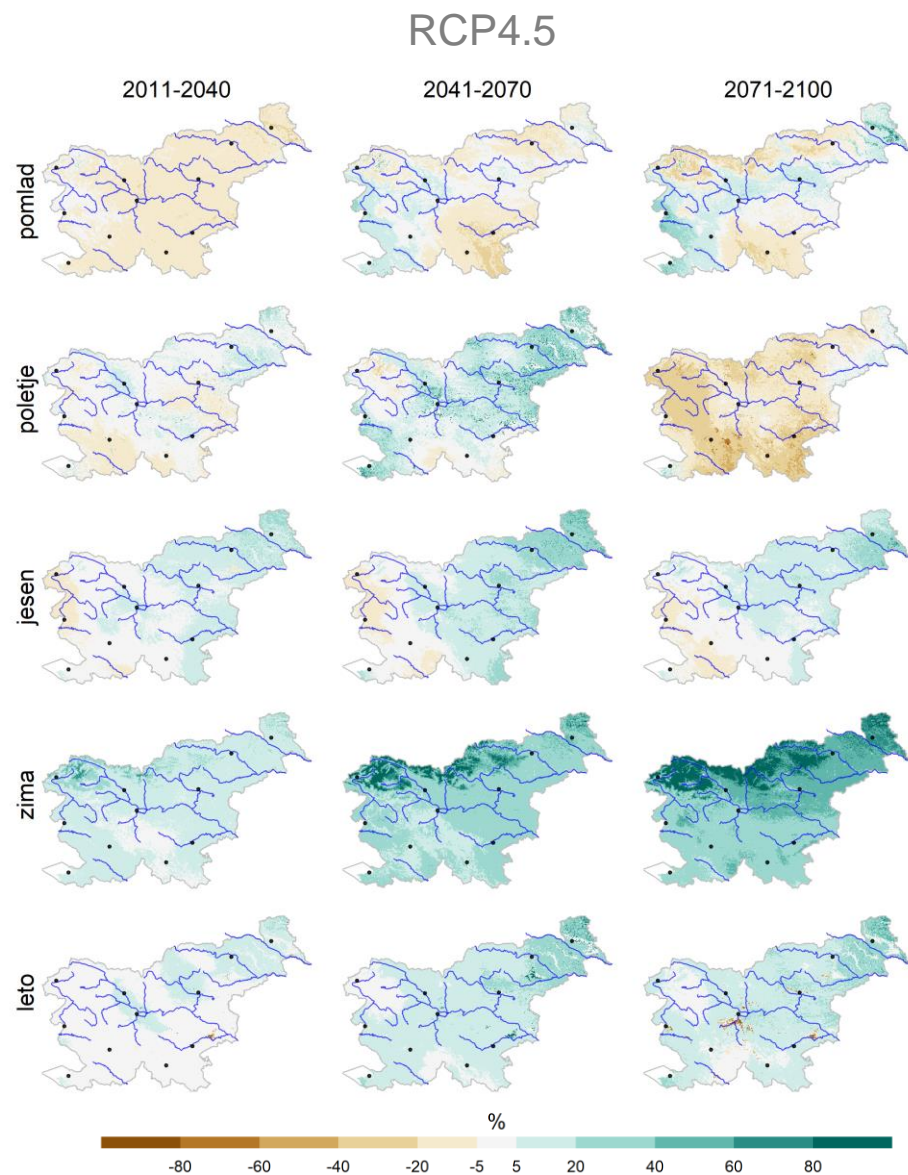
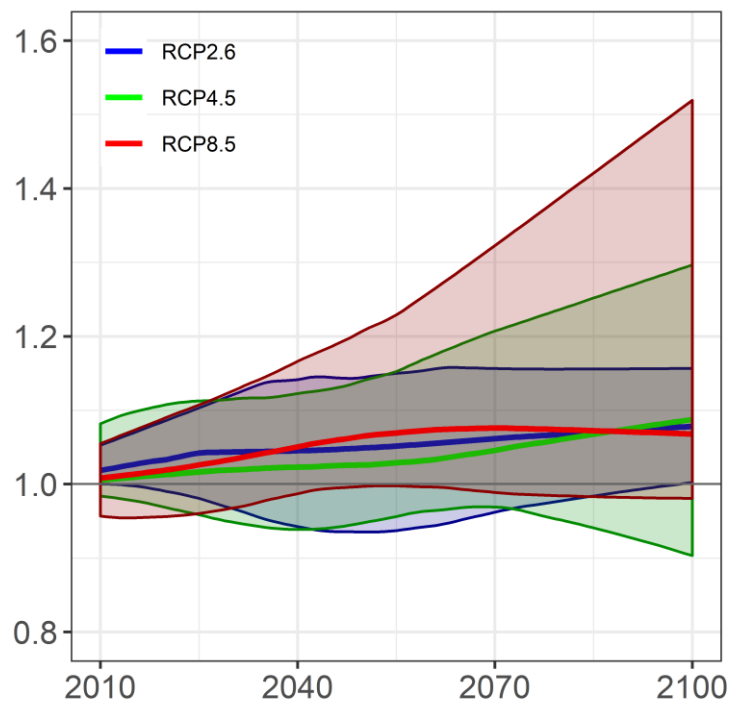
Sprememba v trajanju snežne odeje





# Napajanje podzemnih voda

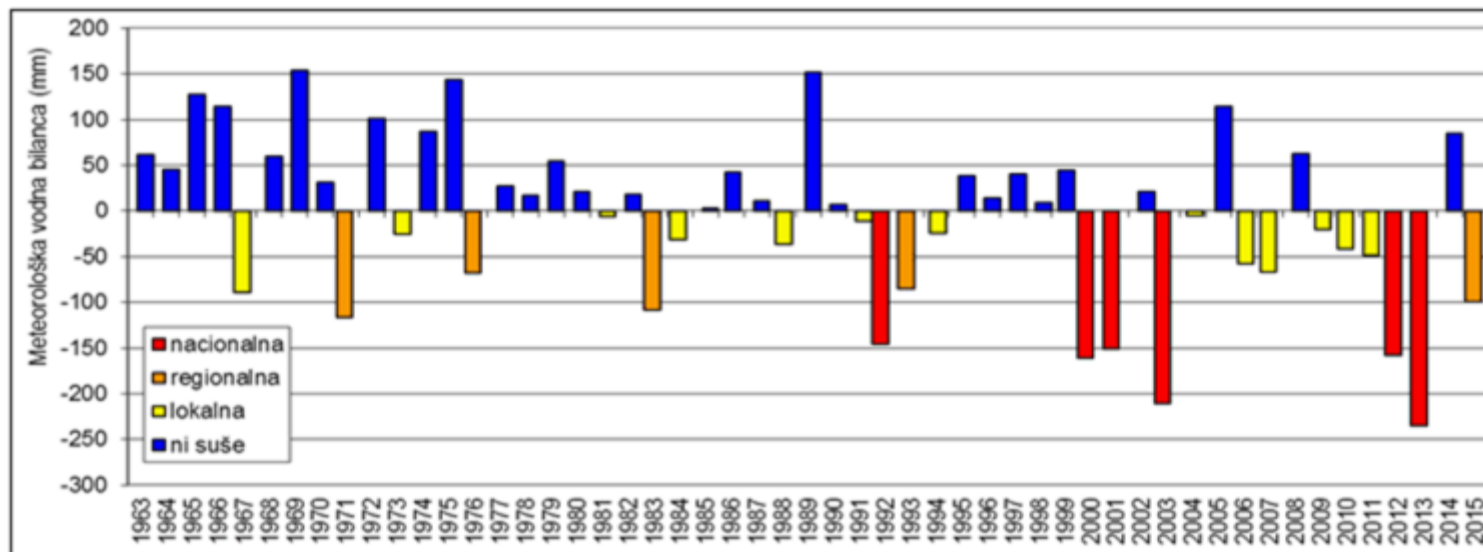
Slovenija bo na letni ravni ostala vodnata država.



# Povečala se bo pogostost in jakost ekstremnih dogodkov

## Suša v toplém delu leta

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



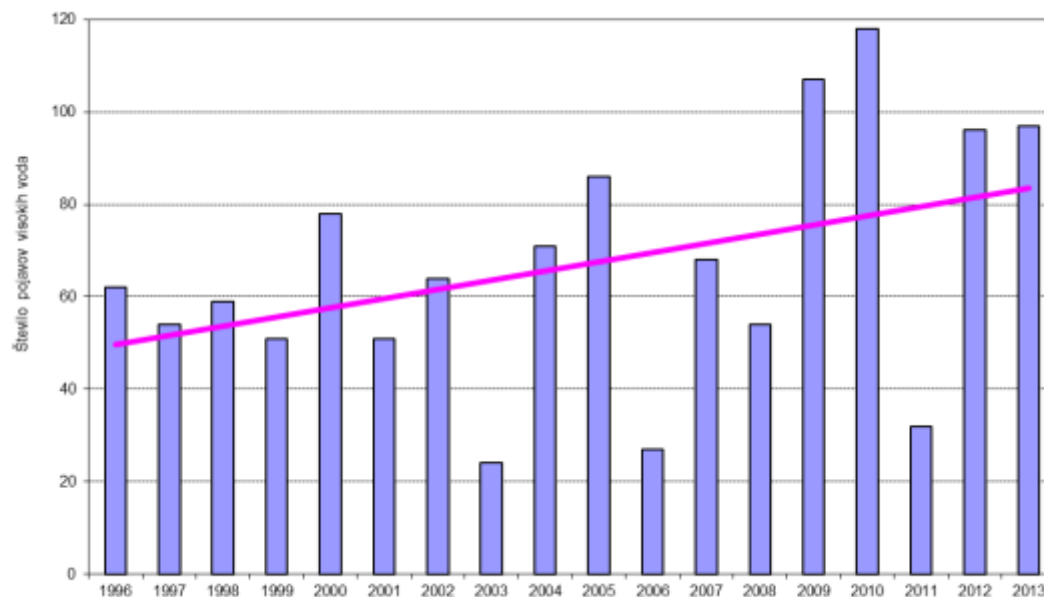
# Povečala se bo pogostost in jakost ekstremnih dogodkov

## Večja verjetnost poplav

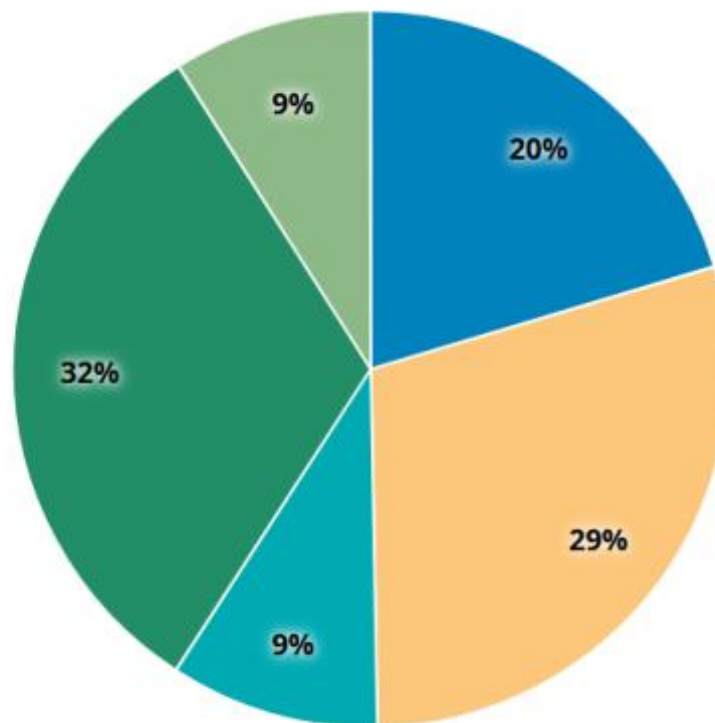
Hladna polovica leta:

- več padavin,
- manj v obliki snega

Večja intenziteta padavin tudi poleti



# Izpusti TGP po sektorjih v Sloveniji



- Neenergetski viri
- Proizvodnja el. en. in toplote + ubežni izpusti
- Industrija in gradbeništvo (energetska raba goriv)
- Promet
- Druga področja (široka raba)

## Možnosti za zmanjšanje emisij TGP

### Zmanjšati rast rabe energije z...

- zmanjšanjem rasti prebivalstva
- zmanjšano rastjo BDP na prebivalca
- **Spremenjenimi vrednotami (energijska potratnost)**

### 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...

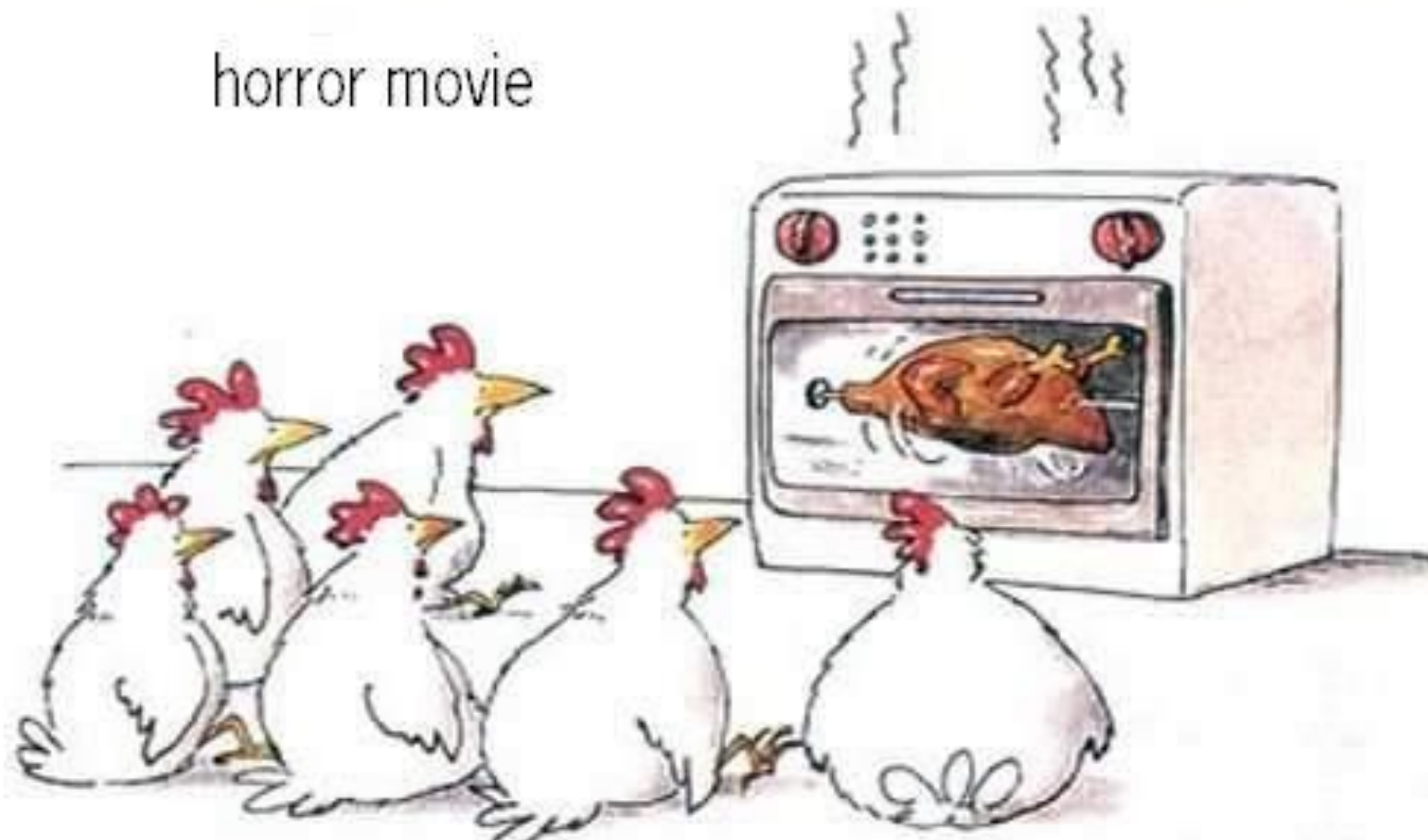
- nafte in premoga s plinom
- fosilnih goriv z obnovljivimi
- fosilnih goriv z jedrsko

### Zmanjšati vsebnost ogljika v ozračju z geoinžiniringom

- Skladiščenje ogljika v zemeljski skorji
- Skladiščenje ogljika v kamenine
- Vesoljska ogledala
- Posipavanje ozračja

# In kaj lahko storimo?

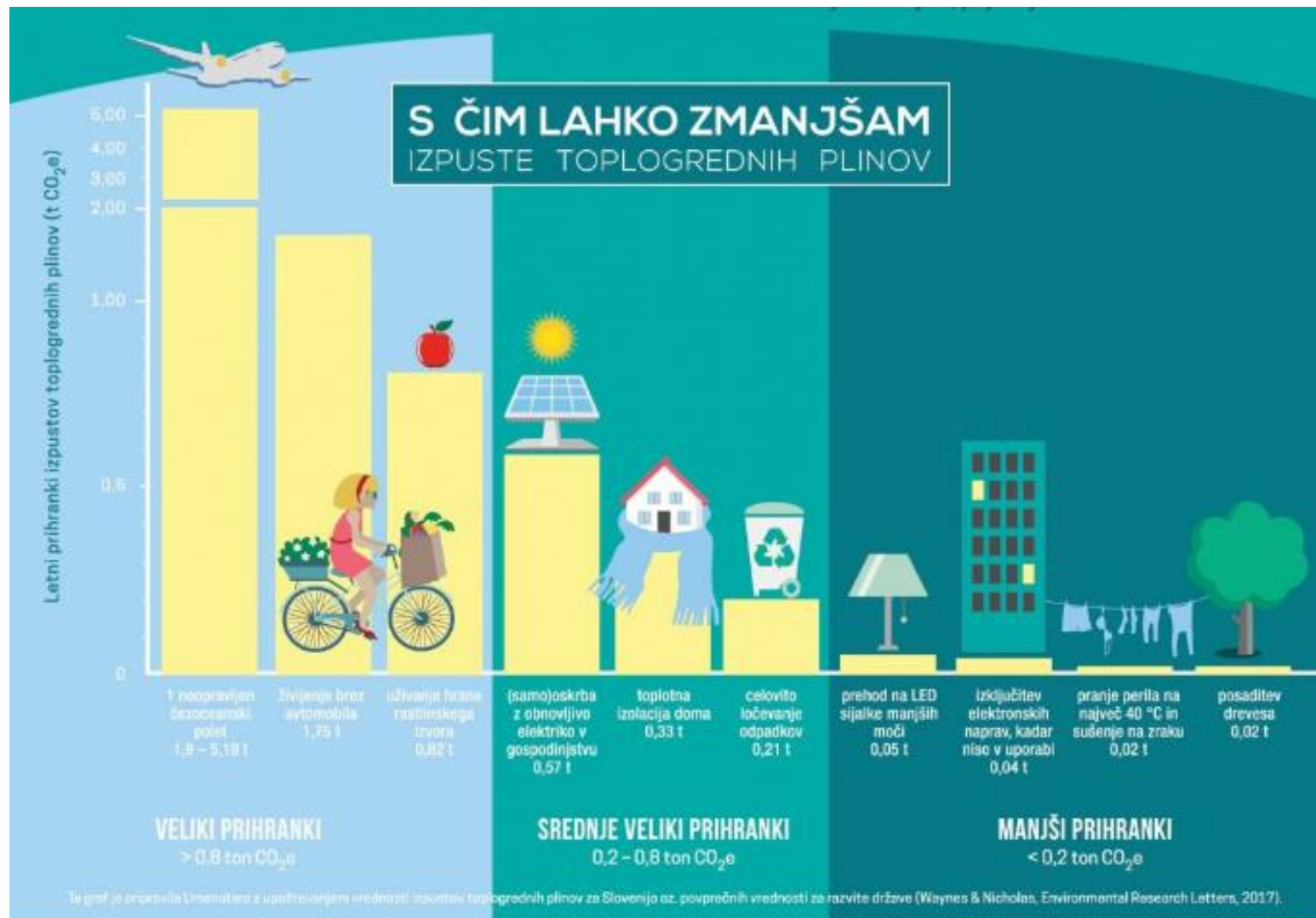
horror movie



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



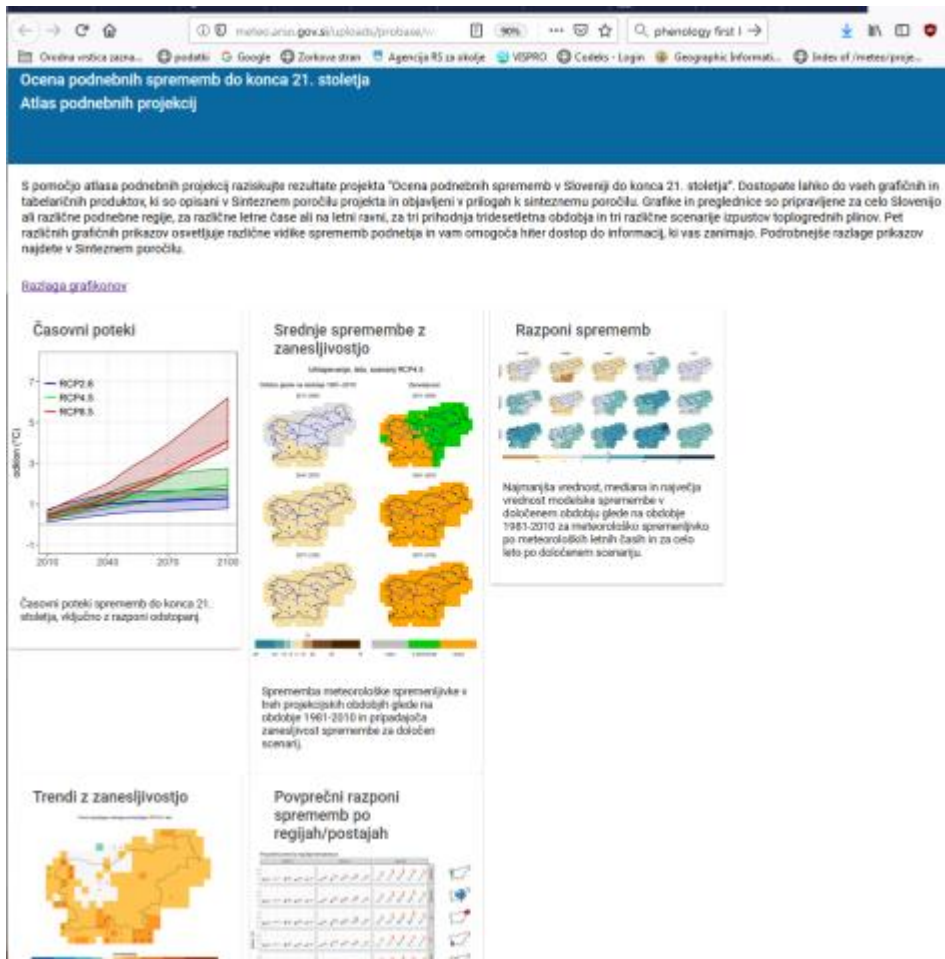
# In kaj lahko storimo?



# Summary

- In recent 60 years temperature has risen by 2 °C and will continue to rise (increased heat stress)
- Detected decrease in precipitation in W part of the country will reverse in the future when significant increase in winter precipitation is expected
- Significant increase of extreme precipitation intensity
- Decrease in snow cover would continue
- Increased risk for flash droughts
- Increase of groundwater recharge





Thank you for your attention!