

## PODNEBNA SPREMENLJIVOST SLOVENIJE V OBDOBJU 1961–2011

Climate variability in Slovenia in period 1961–2011

Mojca Dolinar  
Mateja Nadbath  
Gregor Vertačnik  
Renato Bertalanč

**N**a Agenciji Republike Slovenije za okolje smo 5. marca 2018 predstavili rezultate projekta Podnebna spremenljivost Slovenije 1961–2011. Izdali smo pet knjig, v katerih podajamo oceno sprememb našega podnebja v zadnjih petdesetih letih, predstavljamo bogato zgodovino naših merilnih postaj ter objavljamo metodologijo kontrole in homogenizacije podatkov. To je bil obsežen projekt, s katerim smo začeli konec leta 2008.

Podnebje vpliva na procese v okolju in na mnoga področja človekove dejavnosti. Spreminjanje je splošna značilnost podnebja, vendar je hitrost spreminjanja v zadnjem stoletju izjemna, v zgodovini Zemlje poznamo le nekaj podobnih primerov. Vplive že čutimo v našem vsakdanu, zato za kakršnokoli načrtovanje ukrepov potrebujemo kakovostne podatke o spreminjanju podnebja pri nas. Da bi jih zagotovili, smo na Agenciji za okolje konec leta 2008 začeli obsežen projekt Podnebna spremenljivost v Sloveniji.

Na podlagi dolgoletnih meritev lahko ugotovimo, kako se podnebje v Sloveniji spreminja in kako se na njem izražajo globalne spremembe. Priprava analiz stanja podnebja je zahteven postopek. Spremembe merilnih mest in merilnih tehnik skozi zgodovino meritev lahko pomembno vplivajo na izmerjene nize podnebnih spremenljivk: bodisi zabrišejo ali pa okrepijo naravno ali človeško pogojeno spremenljivost podnebja. Zato mora analiza spremenljivosti podnebja vedno temeljiti na homogenih nizih, v katerih so prej omenjeni umetni vplivi v čim večji meri odstranjeni. Analiza je omejena na obdobje do leta 2011, ko smo začeli s homogenizacijo.



Če smo želeli zanesljivo homogenizirati časovne nize, smo potrebovali zelo dober opis zgodovine postaj. Sistematično zbiranje podatkov (metapodatkov) o zgodovini naših postaj je bil časovno najbolj zahteven del projekta. Predvsem za obdobje pred digitalno dobo je bilo potrebno podatke o postajah zbrati ali celo poiskati po različnih zgodovinskih virih, jih digitalizirati in sistematično urediti. Produkt tega dela so kar tri knjige Meteorološka opazovanja I, Meteorološka opazovanja II (A–O) in (P–Ž) s podrobnim opisom zgo-

dovine postaj, ki ne bodo koristil le našim strokovnjakom, ampak tudi drugim raziskovalcem, ki pri svojem delu uporabljajo podnebne podatke. V treh zvezkih je predstavljenih 270 meteoroloških postaj pred obdobjem intenzivne posodobitve mreže postaj. Tovrstni podatki govorijo tudi o zgodovini in razvoju meteorologije na ozemlju Slovenije.



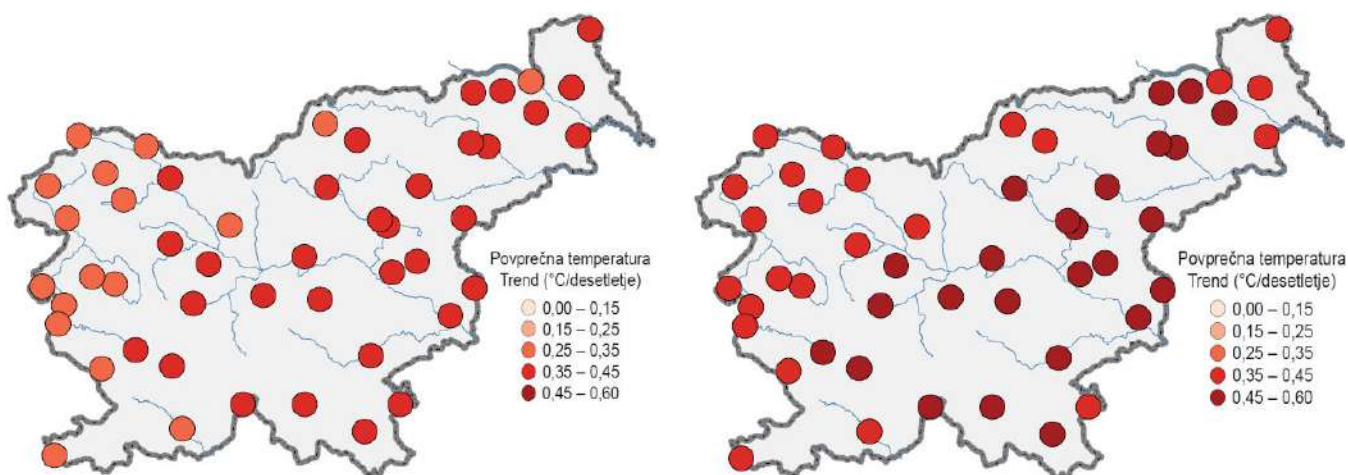
Raziskave podnebnih sprememb na območju Slovenije so bile doslej omejene le na skromno zbirko časovnih nizov izbranih postaj. V okviru projekta pa smo izkoristili bogat arhiv meritev uradne meteorološke mreže, tako da smo s sodobnimi metodami kontrole ponovno preverili vse podatke in odstranili umetne vplive iz časovnih nizov podnebnih podatkov. Po časovno zelo zahtevni kontroli podatkov je nize homogeniziralo več naših strokovnjakov, kar je celo v svetovnem merilu edinstven pristop. Naš pristop k homogeni-

zaciji podnebnih podatkov smo objavili v članku “Ensemble homogenization of Slovenian monthly air temperature series”, v reviji *International Journal of Climatology*; članek je dostopen v svetovnem spletu, na naslovu <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.265>.

Tako metodologija kontrole podatkov kot homogenizacije je opisana v knjigi naslovom *Kontrola in homogenizacija podnebnih podatkov*. Šele na prečiščenih nizih smo lahko analizirali spremenljivost slovenskega podnebja in ugotovili, kako se globalne podnebne spremembe izražajo na podnebju v Sloveniji. Rezultati analiz so zbrani v knjigi *Značilnosti podnebja v Sloveniji*.

Vse knjige so objavljene v svetovnem spletu, na naslovu: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/change/>.

Povprečna temperatura se je od 60. let do danes dvignila že za okrog 2 °C (slike 1 in 5), z največjim trendom temperature zraka poleti (0,44 °C/desetletje, slika 1). Jeseni so bile v obdobju 1961–2011 sprva postopno hladnejše, od konca 70. let pa beležimo počasen dvig temperature, zato trend jeseni še ni statistično značilen.

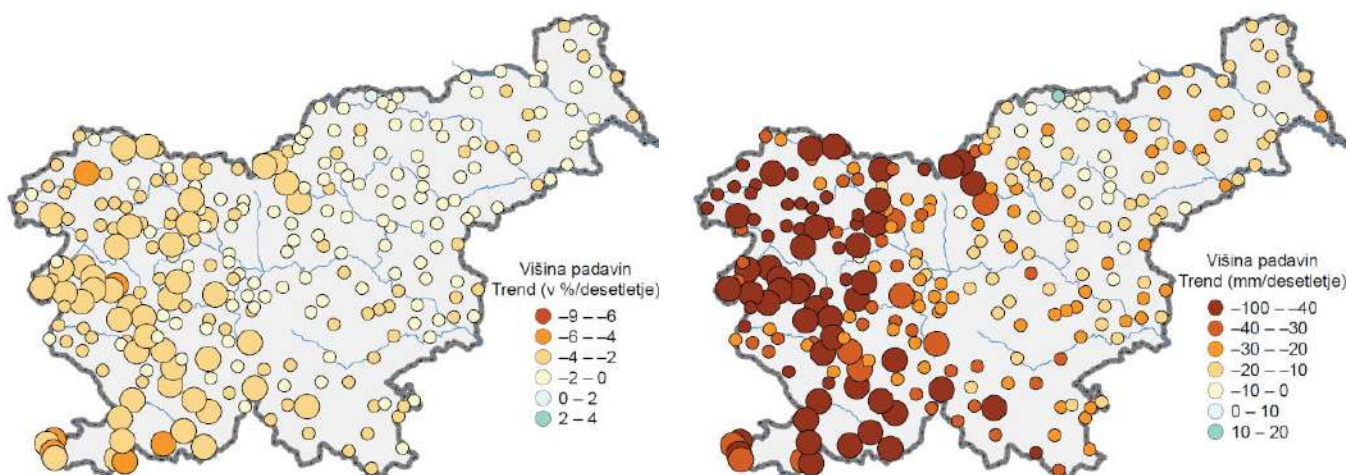


Slika 1. Trend letne (levo) in poletne povprečne temperature zraka (v °C na desetletje) v obdobju 1961–2011  
Figure 1. Trend of annual (left picture) and summer mean air temperature (in °C per decade) in 1961–2011

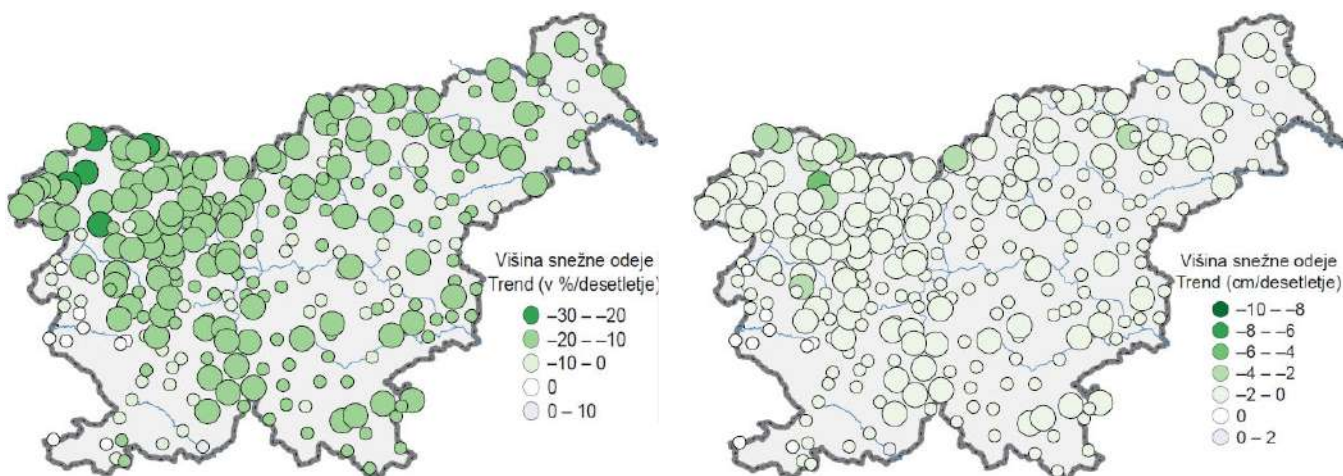
Zaradi velike naravne spremenljivosti padavin, dolgoročne spremembe v višini padavin niso tako gotove kot spremembe temperature in sončnega sevanja. Najbolj gotovo je zmanjševanje višine padavin samo na nekaterih območjih Slovenije pomladi in poleti, na letni ravni pa zmanjšanje višine padavin v zahodni

polovici države (slika 2). Tudi spremembe v snežni odeji so že znatne (slika 3). Medtem ko se skupna snežna odeja statistično značilno spreminja bolj v višjih legah (do 20 % na desetletje), se količina novozapadlega snega znatno zmanjšuje tudi v nižjih legah (do 15 % na desetletje).

Trajanje sončnega obsevanja se je v obdobju 1961-2010 povečevalo za okrog 30-40 ur na desetletje (slika 4), najbolj na račun povečanja pomladi in poleti.

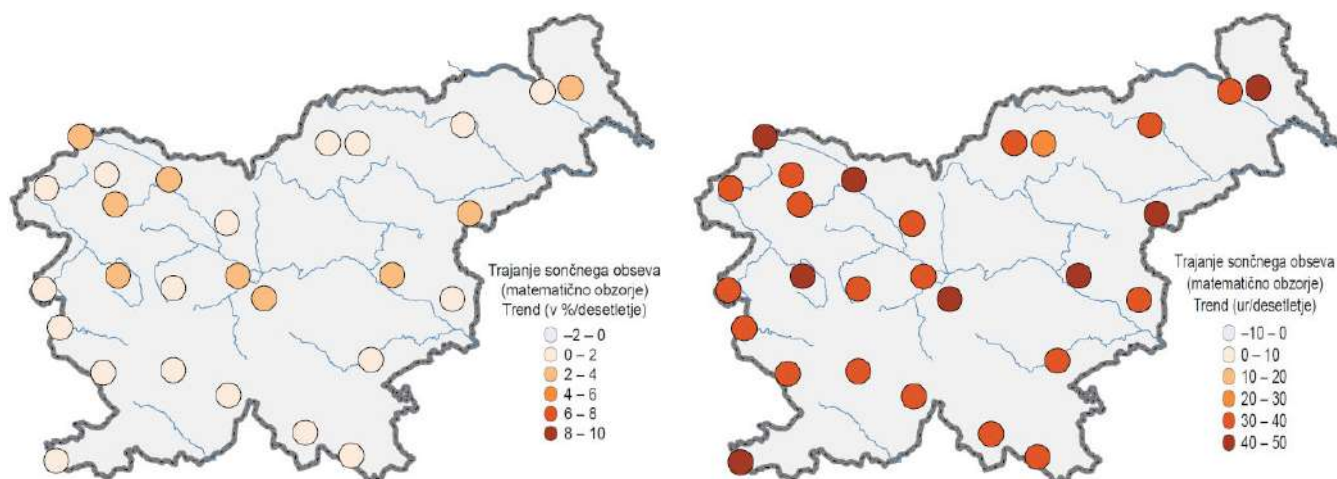


Slika 2. Trend<sup>1</sup> letne višine padavin v % na desetletje (levo) in v mm na desetletje v obdobju 1961–2011  
Figure 2. Trend of annual precipitation in % per decade (left picture) and in mm per decade in 1961–2011

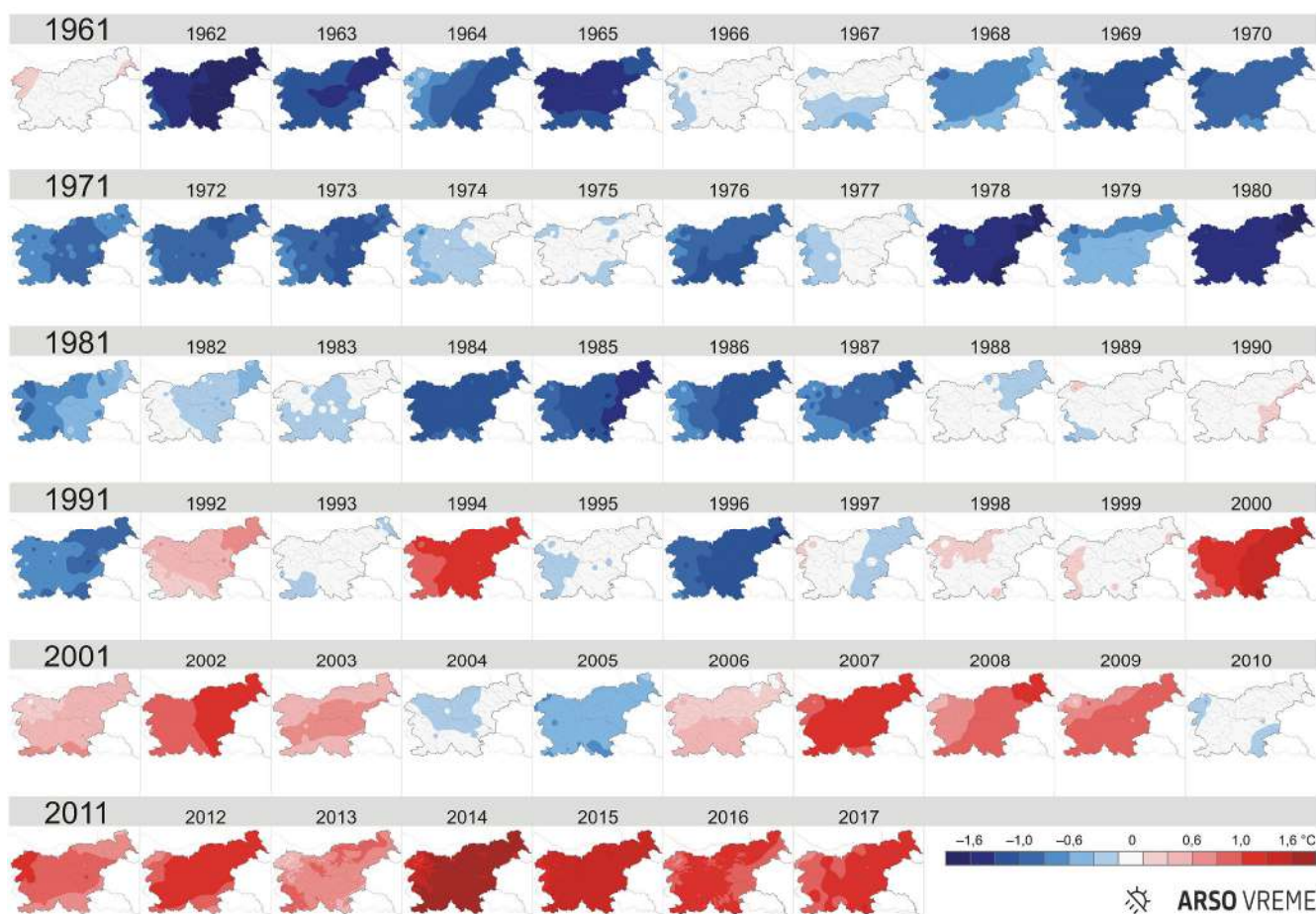


Slika 3. Trend letne višine snežne odeje v % na desetletje (levo) in v cm na desetletje v obdobju 1961–2011  
Figure 3. Trend of annual snow cover depth in % per decade (left picture) and in cm per decade in 1961–2011

<sup>1</sup> Veliki krogi označujejo statistično značilen trend, majhni pa neznačilnega pri 5 % stopnji značilnosti.  
Big circles mark statistically significant trend, the small ones non-significant trend at the 5 % level



Slika 4. Trend letnega trajanja sončnega obseva v %/desetletje (levo) in v urah/desetletje v obdobju 1961–2011  
Figure 4. Trend of annual sunshine duration in % per decade (left picture) and in hours per decade in 1961–2011



Slika 5. Odklon letne povprečne temperature zraka od tridesetletnega referenčnega povprečja (1981–2010)<sup>2</sup> v °C. Pozitivni odklon (topleje od referenčnega povprečja) je označen z rdečimi toni, negativni pa z modrimi.  
Figure 5. Deviation of mean air temperature from mean reference value (1981–2010) in °C; it is accessible also in the world wide web: [http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/casovni\\_trakovi/](http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/casovni_trakovi/).

<sup>2</sup> Medletna in prostorska spremenljivost letne povprečne temperature zraka, višine padavin in trajanja sončnega obsevanja so objavljene v spletu: [http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/casovni\\_trakovi/](http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/casovni_trakovi/).

## SUMMARY

In the beginning of 2018 the last volume of the publication titled "Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011" (Climate variability in Slovenia in period 1961–2011) was issued. The publication represents the results of project, which lasted several years. It consists of five volumes. In the first and the fourth volume, with the titles "Meteorološka opazovanja I and II", the meteorological observations and meteorological stations are represented. The second volume deals with the quality control and homogenization of climate data, its title is "Kontrola in homogenizacija podnebnih podatkov". In the second volume, a unique ensemble approach of homogenization is described; the article "Ensemble homogenization of Slovenian monthly air temperature series" was published in International Journal of Climatology: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.4265>.

The climate variability in Slovenia is represented in the third volume – "Značilnosti podnebja v Sloveniji". The main findings of the climate in Slovenia in the period 1961–2011 are: the mean annual air temperature increased for about 2 °C, or for 0.4 °C per decade. The biggest increase of the temperature was in the summer, 0.44 °C per decade. The change in the precipitation pattern is less pronounced; mean annual precipitation lessened in the western parts of the country; the snow cover depth reduced for 20 % per decade in the higher altitudes, but for 15 % per decade reduced fresh snow cover in the lowland. The annual bright sunshine duration increased for 30–40 hours per decade.

The publication is only in Slovene; it is accessible also in the world wide web: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/change/>.