



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

T: 01 478 40 00
F: 01 478 40 52
E: gp.arso@gov.si
www.arso.gov.si

Priloga 2

OCENA PODNEBNIH SPREMEMB DO KONCA 21. STOLETJA

Strokovne podlage

ARSO

Povzeto po vzpostavitev nem dokumentu projekta OPS21, vir: ARSO

Uvod

Za pripravo strokovnih podlag za prilagajanje na podnebne spremembe v Sloveniji je ključno poznavanje pretekle podnebne spremenljivosti in ocenjevanje prihodnjih podnebnih razmer. Pri tem so poleg spremenjenih povprečnih razmer posebej pomembne ocene pogostosti, izrazitosti in trajanja izrednih vremenskih in vremensko pogojenih pojavov, ki imajo na nas, naše okolje in naše dejavnosti največji vpliv.

V okviru internega projekta »Podnebna spremenljivost Slovenije« je bila podrobneje obdelana pretekla spremenljivost podnebja v Sloveniji, tako z vidika povprečnih razmer kot z vidika izrednih pojavov. Zdaj se osredotočamo na drugi del - ocene podnebnih sprememb za prihodnost in njihovega vpliva na nekatere izredne dogodke, kot so vročinski valovi, suše, izredni padavinski pojavi, pozebe, visokovodne razmere ipd.

Pri ocenjevanju prihodnjega podnebja se poslužujemo izračunov z modeli. Izračuni podnebnih modelov temeljijo na različnih možnih potekih vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju do konca 21. stoletja (angl. *Representative Concentration Pathways* - RCP). Zaradi premajhne prostorske ločljivosti moramo izračune ustrezno popraviti (angl. *Bias Correction*) za uporabo na podnebno in reliefno raznolikem območju Slovenije. V primeru proučevanja izrednih dogodkov potrebujemo izračune vsaj na dnevni ravni. Tako popravljeni modelski izračuni predstavljajo vhodne podatke za ocenjevanje vpliva spremenjenih podnebnih razmer na stanje vodotokov in podzemnih voda, na zaloge vode v tleh, na kmetijske in druge rastline ipd.

Ocene podnebnih sprememb z vidika temperaturnih in padavinskih razmer, vključujoč izredne dogodke, kot so vročinski valovi, suše, neurja z močnim vetrom, nalivi in točo, poplave itd. predstavljajo osnovo za prilagajanje na podnebne spremembe. Med sektorji, ki so tesno povezani z vremenom in podnebjem in se bodo na spremenjene podnebne spremembe morali prilagoditi, velja posebej izpostaviti kmetijstvo in gozdarstvo, vodno gospodarstvo, energetiko, gradbeništvo in zdravje. Vsi večji investicijski projekti, sofinancirani s strani Evropske komisije, morajo ob prijavi vsebovati tudi oceno ranljivosti na podnebne spremembe ter prilagoditvene ukrepe. Prav tako je potrebno oceno podnebnih sprememb upoštevati pri dopolnitvah ocen tveganja za posamezne nesreče in Državne ocene tveganj za nesreče, katerih pripravo koordinira Uprava RS za zaščito in reševanje.

Namen in cilji

Namen je pripraviti ocene podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja.

Pridobljene ocene bodo osnova za:

- pripravo strateških in izvedbenih dokumentov za prilagajanje podnebnim spremembam
- dopolnitve in pripravo novih ocen tveganj za nesreče
- pripravo projektne in investicijske dokumentacije, vključno s pripravo presoj vplivov na okolje

Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja obsega dve obdobji v prihodnosti (2021-2050 ter 2071-2100), upoštevajoč dva možna poteka vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju (zmerno optimističen RCP4.5 ter pesimističen RCP8.5) ocene predvidene spremembe:

- temperature zraka
- temperature tal
- temperature površinskih voda
- temperature morja
- temperature podzemnih voda
- vsebnosti vode v tleh
- količine padavin
- količinskega stanja vodotokov
- napajanja vodonosnikov
- fenološkega razvoja izbranih rastlinskih vrst

Ocenjene bodo tudi spremembe pogostosti pojavljanja, trajanja in izrazitosti:

- vročinskih valov
- kmetijske suše, suš na površinskih vodah in suše podzemnih vodnih virov
- visokovodnih razmer
- pozeb

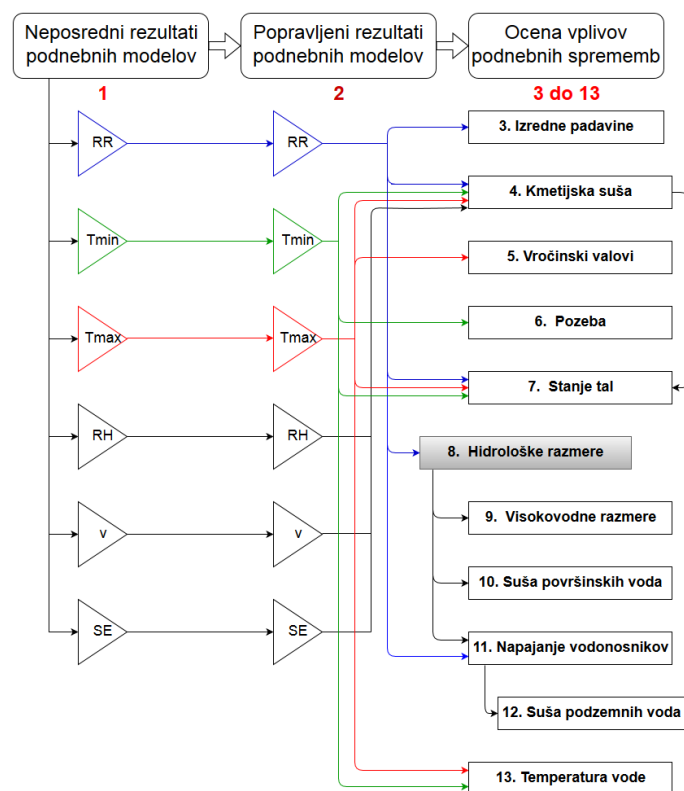
Priprave zgoraj omenjenih ocen se izvajajo v letih 2016 in 2017. Uporabniki podnebnih storitev, ki za pripravo in izvajanje politik in ukrepov prilagajanja na podnebne spremembe potrebujejo posebej prilagojene podnebne scenarije, pa so sporočili naslednje potrebe za pripravo dodatnih vsebin:

- Vpliv podnebnih sprememb na požare v naravi
- Vpliv podnebnih sprememb na oceanografske razmere v Jadranskem morju
- Vpliv podnebnih sprememb na pogostnost zemeljskih plazov
- Vpliv podnebnih sprememb na spremembe sušnega indeksa SPI
- Vpliv podnebnih sprememb na sezonsko spremenljivost vodnih zalog
- Vpliv podnebnih sprememb na prehransko varnost
- Vpliv Podnebnih sprememb na zdravje
- Vpliv podnebnih sprememb na biodiverziteto

Vsebina in obseg projekta

Za pripravo zgoraj naštetih ocen bo v okviru projekta v letih 2016 in 2017 izvedenih 16 med seboj povezanih nalog in sicer:

- Priprava podatkovne baze dnevnih podatkov za prihodnost
- Priprava dnevnih padavinskih nizov za obdobje 1981-2010 za izbrane padavinske postaje
- Priprava povratnih dob za izredne dnevne količine padavin za izbran nabor padavinskih postaj in za izbrane pretekle izjemne padavinske dogodke
- Priprava ocene vplivov na sušne razmere – kmetijski vidik
- Priprava ocene vročinskih valov
- Priprava ocene ledenih in mrzlih dni
- Priprava ocene vplivov na stanje tal za kmetijstvo
- Priprava ocene vplivov na rastne razmere
- Priprava metodologije za analizo prihodnjih hidroloških razmer na površinskih vodah
- Priprava hidrološkega modela slovenskih porečij za simulacijo prihodnjih hidroloških razmer po podnebnih scenarijih
- Analiza in priprava ocene prihodnjih visokovodnih razmer na površinskih vodah
- Analiza in priprava ocene prihodnjih sušnih razmer na površinskih vodah
- Pregled in korekcija podatkovne baze temperatur vode ter analiza trendov na površinskih vodah, podzemnih vodah in morju
- Analiza temperatur vode na reprezentativnih lokacijah po izbranih podnebnih scenarijih
- Vpliv podnebnih sprememb na napajanje vodonosnikov v Sloveniji
- Vzpostavitev sistema kazalnikov hidrološke suše podzemnih vodnih virov



Slika 1: Grafični prikaz rezultatov projekta v letih 2016-2017

Podrobnejši opis posameznih rezultatov:

1. Neposredni modelski rezultati: Vzpostavljena bo zbirka rezultatov podnebnih modelov v dnevni časovni skali za dve tridesetletni obdobji v prihodnosti, 2021-2050 ter 2071-2100, za najnižjo ($T_{\min}$) in najvišjo ($T_{\max}$) dnevno temperaturo zraka, povprečno relativno vlago (RH), povprečno hitrost vetra (v), energijo sončnega obsevanja (SE) in količino padavin (RR). Upoštevani bodo rezultati modelov iz evropskega projekta EuroCodex, ki so temeljili na dveh možnih potekih vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju, in sicer RCP4.5 in RCP8.5.
2. Popravljeni modelski rezultati: Zaradi slabe prostorske ločljivosti in nepopolnega opisa fizikalnih procesov v podnebnih modelih, neposredni modelski rezultati ne opišejo ustrezno vseh posebnosti podnebne spremenljivosti na območju Slovenije. Do neke mere je mogoče neposredne modelske rezultate približati dejanskemu stanju z odstranitvijo sistematičnih napak oziroma odpravljanjem pristranskosti (angl. *Bias Correction*). Odpravljanje pristranskosti temelji na statistični primerjavi izmerjenih in modelskih vrednosti za obdobje v preteklosti, v našem primeru bomo uporabili obdobje 1981-2010.
3. Ocene izrednih padavin: Na podlagi popravljenih modelskih rezultatov za dnevne količine padavin bomo ocenili povratne dobe za najvišje dnevne in večdnevne količine padavin v prihodnosti in s tem pogostost izrednih padavinskih dogodkov v spremenjenih podnebnih razmerah. S pomočjo analize preteklih razmer bomo pripravili prostorsko oceno sprememb pogostosti velikih dnevnih količin padavin ter scenarije urnega poteka padavin za izbrane pretekle ekstremne padavinske dogodke, ki so povzročili poplave.
4. Ocene kmetijske suše: Na podlagi popravljenih modelskih rezultatov za temperaturo zraka, relativno zračno vlago, hitrost vetra in energijo sončnega obsevanja ter padavine bomo za oceno kmetijske suše v prihodnosti ocenili potencialno evapotranspiracijo (ETP) in povratne dobe za 60-dnevni vodni primanjkljaj (60P), ki predstavlja razliko med šestdesetdnevno količino padavin in potencialno evapotranspiracijo.
5. Ocene vročinskih valov: Na podlagi popravljenih modelskih rezultatov za temperaturo zraka (relativno zračno vlago, hitrost vetra in energijo sončnega obsevanja) bomo ocenili različne kazalce vročinskih valov ter posledično spremembe pogostosti in trajanja vročinskih valov na območju Slovenije v spremenjenih podnebnih razmerah.
6. Ocene nevarnosti pozebe: Na podlagi popravljenih modelskih rezultatov za najnižjo dnevno temperaturo zraka bomo ocenili pogostost ledenih in mrzlih dni ter s tem pogostost pojavljanja prodorov hladnega zraka. Ocenili bomo tudi vpliv spremenjenih temperaturnih in padavinskih razmer na fenološki razvoj rastlin v spomladanskem času ter oboje uporabili za oceno nevarnosti pozebe v spremenjenih podnebnih razmerah.
7. Ocene stanje tal za kmetijstvo: Na podlagi popravljenih modelskih rezultatov ter kazalcev sušnih razmer bomo ocenili spremembe temperature tal in spremembe razpoložljivosti vode v tleh v spremenjenih podnebnih razmerah v Sloveniji.
8. Ocene hidroloških razmer: Obstoječi hidrološki model bo nadgrajen za uporabo v študijah vpliva podnebnih sprememb. Na osnovi popravljenih modelskih rezultatov za dnevno količino padavin bodo z nadgrajenim modelom ocenjene prihodnje hidrološke razmere na območju Slovenije.
9. Ocene visokovodnih razmer: Vzpostavljena bo metodologija za analizo prihodnjih hidroloških razmer na podlagi izračunov nadgrajenega hidrološkega modela. Narejena

analiza bo osnova za oceno visokovodnih razmer na površinskih vodah na območju Slovenije v prihodnje.

10. Ocena suše površinskih vode: Analiza prihodnih hidroloških razmer bo osnova tudi za oceno hidrološke suše na območju Slovenije v spremenjenih podnebnih razmerah.
11. Ocena temperatur vode: Na podlagi izmerjenih podatkov bo narejena ocena trendov temperatur vode (T_{vod}), in sicer temperature površinskih voda (T_{pov}), podzemnih voda (T_{pod}) in morja (T_{mor}), ter upoštevajoč povezavo s temperaturo zraka tudi ocene njihovih sprememb v spremenjenih podnebnih razmerah.
12. Ocena napajanja vodonosnikov: Na podlagi ocen padavinskih razmer ter ocen spremenjenih hidroloških razmer bodo pripravljene tudi ocene vpliva predvidenih podnebnih sprememb na napajanje vodonosnikov v Sloveniji.
13. Ocena suše podzemnih voda: Na podlagi ocen napajanja vodonosnikov v spremenjenih podnebnih razmerah bodo izračunani različni kazalniki hidrološke suše podzemnih vodnih virov.

Terminski plan in načrti za prihodnost

Začetek pripravljanih del in s tem začetek dela na projektu je bil februarja 2016, prvi razpis za zunanje sodelavce je bil izveden v marcu 2016, izvajalska faza se je pričela v aprilu 2016. Projekt bo v opisanem obsegu trajal do konca leta 2017, predvidene pa so kasnejše nadgradnje z nekaterimi dodatnimi vsebinami (npr. ocena vpliva podnebnih sprememb na stanje morja).

Zaključno poročilo projekta bo osnova za pripravo publikacije »Ocene podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja« v letu 2018. Prav tako je predvideno, da se bo projektne rezultate prikazalo v obliki in na način, ki bo uporabnikom prijazen, ter nadaljevalo delo za nadaljnje kontinuirano zagotavljanje in posredovanje **podnebnih storitev** – informacij o podnebnih razmerah in pričakovanih spremembah podnebja, prirejenih za specifični namen uporabnikov in oblikovanih v uporabnikom prijazni obliki, ki omogoča enostavno nadaljnjo uporabo. Ob tem je ključno sodelovanje vseh uporabnikov podnebnih storitev (načrtovalcev politik, projektov in drugih deležnikov).