

# PROMENA KLIME U SRBIJI I OČEKIVANI UTICAJI

TIHOMIR POPOVIĆ<sup>1</sup>, VLADIMIR ĐURĐEVIĆ<sup>2</sup>, MOMČOLO ŽIVKOVIĆ<sup>1</sup>,  
BILJANA JOVIĆ<sup>1</sup>, MILENKO JOVANOVIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja

<sup>2</sup>Institut za meteorologiju, Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu

**Abstract:** Rad sadrži tumačenje i ilustrativan prikaz odraza globalnog otopljanja i promena klime na područje Srbije. Procena naše buduće klime prikazana je po rezultatima klimatskog modeliranja po najčešće korišćenim scenarijima IPCC-a. Promena klime, kao prirodnog resursa, usloviće širok spektar uticaja. Pored uticaja na vreme, razmatraju se očekivani uticaji na ekosisteme i biodiverzitet, poljoprivredu i šumarstvo, zemljište, ljudsko zdravlje, hidrološki režim i energetiku. Važnost ovih uticaja se manifestuje kroz ekonomske posledice promena klime.

**Ključne reči:** Promena klime, Srbija, očekivani uticaj, ekonomske posledice promene klime

## 1. UVOD

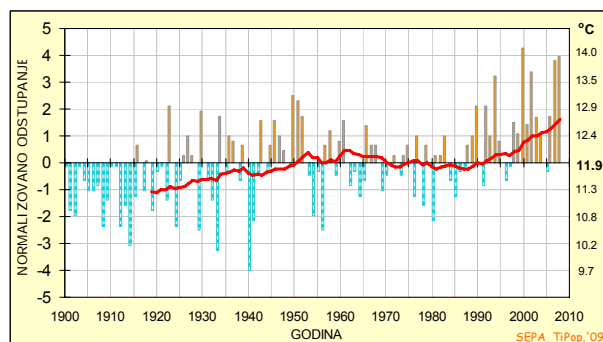
Klima je "proizvod" klimatskog sistema. Klimatski sistem je složen dinamički sistem koga čine atmosfera, hidrosfera, biosfera, kriosfera i njihove međusobne interakcije. Klima je bazični prirodni resurs i stoga ima dominantan uticaj na eko sisteme kao i stanje i razvoj društva i ljudske civilizacije uopšte.

Klima na Zemlji pokazuje prirodnu promenljivost na celoj vremenskoj skali. Intenzitet promenljivosti se razlikuje u zavisnosti od vremenskog razmera.

Kada se na prirodnu varijabilnost superponiraju posledice promena sastava atmosfere i poremećaja radiacionog bilansa govorimo o promeni klime. Preciznije, po Okvirnoj konvenciji UN o promeni klime, (UNFCCC), "Promena klime" označava promenu klime koja je direktno ili indirektno uslovljena ljudskim aktivnostima koje izazivaju promene u sastavu globalne atmosfere, i koja je superponirana na prirodna kolebanja klime, osmotrena tokom uporedivih vremenskih perioda..

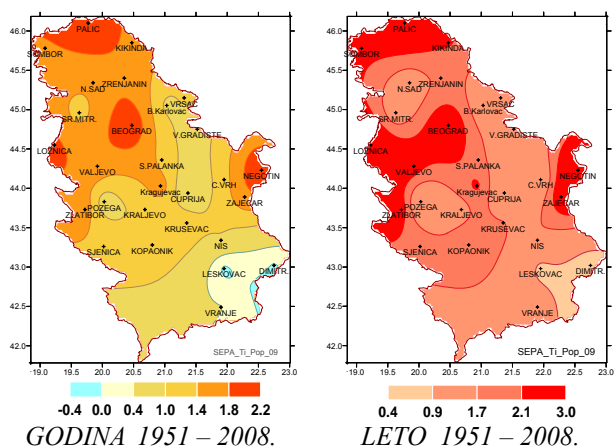
## 2. POKAZATELJI PROMENE KLIME U SRBIJI

Klimatski sistem je sistem globalnih razmera, svaki poremećaj u sistemu na jednom delu planete ima složen, ne linearni, odraz na druge delove klimatskog sistema. Globalno otopljanje je prisutno u celom sistemu ali je izražajnije iznad kopna. Intenzivnije je na severnoj hemisferi, a intenzitet mu raste sa porastom geografske širine. Višedecenijski podaci dobijeni sistematskim meteorološkim merenjima jedini pružaju mogućnost validnog ocenjivanja sadašnjeg stanja i njegovog poređenja sa prethodnim periodima. Pri tome treba imati u vidu i to da su svi nizovi instrumentalnih meteoroloških merenja samo poslednji segment klime prošlosti. Rezultati meteoroloških merenja Meteorološke opservatorije Beograd su već nazvani nacionalnim blagom, hod vrednosti godišnjih temperatura vazduha od 1900. godine prezentovan je na Sl. 1. Normalizovana odstupanja godišnjih temperature vazduha u Beogradu, od normale 1961-1990 i klizni 20-godišnji srednjak, ukazuju na očit pozitivan trend temperature u Beogradu. Uočljivo je da su poslednje decenije najtoplije u raspoloživom nizu podataka, [1].



Slika 1 Godišnja temperatura vazduha u Beogradu sa kliznim 20- godišnjim srednjakom -1900-2008.

Izražen trend rasta temperature vazduha prisutan je na celom području Srbije, [2]. Geografska raspodela znaka i intenziteta trenda godišnjih temperatura vazduha u Srbiji, po podacima iz perioda 1951 – 2007, dat je na Sl. 2(levo). Na području Srbije dominira pozitivan trend. Blagi negativan trend karakterise samo jugoistok zemlje. Najintenzivniji pozitivan trend temperature vazduha je prisutan na severu, području Loznice, širem području Beograda i području Negotinske krajine. Po podacima posle 1991. u celoj Srbiji je prisutan rapidan porast temperature, Sl. 2 (desno). Intenzitet trenda u ovom periodu je višestruko veći nego u prethodnom.



Slika 2. Raspodela trenda godišnje (levo) i letnje (desno) temperature vazduha,  $^{\circ}\text{C}/100$  godina, na području Republike Srbije  
(Izvor podataka RHMZ)

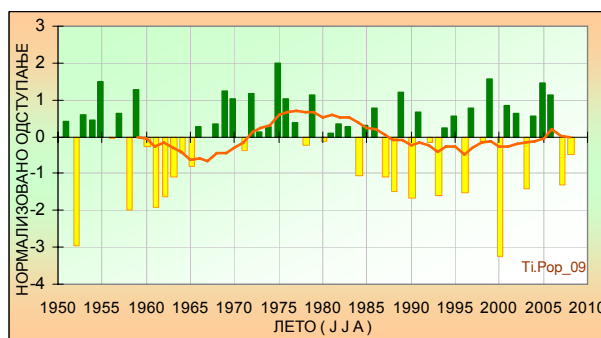
Trend letnjih (JJA) temperatura vazduha, takođe, ima izražen pozitivan trend; analiza temperaturnih uslova u Srbiji, ukazuje da smo krajem devedesetih godina prošloga veka izašli iz opsega "normalno" i ušli u opseg "toplo". Letnji period ima slične odlike. Za prosečne letnje temperature u Srbiji je karakteristično da je leto 2007. bilo 18. uzastopno leto sa temperaturom većom od proseka, [3]. Na GMS Smederevska Palanka je 24. jula 2007. godine izmerena temperatura vazduha od čak **44.9  $^{\circ}\text{C}$ , to je novi apsolutni rekord maksimalne temperature vazduha u Srbiji.** Registrovanje novih temperaturnih rekorda je nastavljeno i u 2008. godini. Tokom februara, maja i septembra, na više meteoroloških stanica, zabeleženi su novi mesečni maksimumi temperature; u februaru 25.6  $^{\circ}\text{C}$  – Loznica, u maju 35.7  $^{\circ}\text{C}$  – Zaječar a septembru 38.3  $^{\circ}\text{C}$  – Bečej, [4].

Padavine, kao drugi osnovni klimatski element, odlikuje veća varijabilnost od temperature. I pored toga uočljivo je da, počev od osamdesetih godina prošloga veka, dominiraju godine sa deficitom padavina na području Srbije. Od 1982. godine do, zaključno, 2000. godine intenzitet negativnih odstupanja godišnjih količina padavina za Srbiju, drugim rečima intenzitet suša, se povećavao. Po intenzitetu se izdvaja 2000. sa ekstremno jakom sušom.

Sličan hod imaju i vrednosti letnjih količina padavina. U periodu posle 1984. preovlađuju leta koja se odlikuju

deficitom padavina različitog intenziteta. Najintenzivnije letnje suše bile su 2000. i 2003. godine.

Vredi zapaziti da postoji poklapanje perioda preovlađujućih negativnih vrednosti trenda godišnjih padavina sa periodom preovlađujućih pozitivnih vrednosti trenda godišnjih temperatura vazduha. Praktično je, u srednjem, u Srbiji početak perioda rasta temperature vazduha praćen periodom redukcije godišnjih suma padavina.



Slika 3. Normalizovana odstupanja letnjih količina padavina u Srbiji, period 1951 – 2008  
(Izvor podataka RHMZ)

### 3. PROCENE BUDUĆE KLIME U SRBIJI

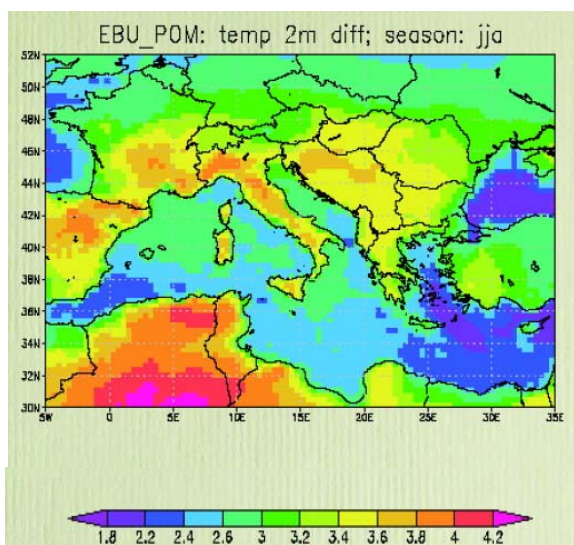
Danas je lakše ulaziti u razmatranja naše buduće klime nego što je to bilo pre pet godina. Iako danas raspoložive procene nisu drugačije od procena iznetih u [5], postoje bar dva razloga za pouzdanije, pa odatle i komfornije, razmatranje naše buduće klime.

**Prvi je** aktivno uključivanje domaćih eksperata u projekte regionalnog klimatskog modeliranja, kakav je projekat "SINTA", [6].

Globalnim modelima se tretira problem klimatskih promena određenih klimatskih parametara na planetarnim razmerama, međutim najčešće rezultati ovih modela nisu dovoljno precizni ukoliko hoćemo da dobijemo finu strukturu promena u okviru pojedinih regiona, za koje mogu biti presudni lokalni efekti kao što su, složena orografija, raspodela i vrsta vegetacije ili zemljišta. Zato se za istraživanja klimatskih promena nad pojedinim regionima koriste regionalni modeli, u kojima su lokalne karakteristike odabranog regiona preciznije predstavljene, pa i rezultati ovih modela imaju detaljniju strukturu.

Prema rezultatima modela povećanje srednje godišnje temperature u Evropi na kraju dvadeset prvog veka (period 2071-2100) u odnosu na klimatsku normalu 1961-1990, kretaće se u osegu od 2 do 3 stepena, ukoliko povećanje koncentracije gasova staklene bašte bude pratilo scenarijo A1b. Inače A1b scenario spada u grupu umerenih scenarija, koji predviđa da koncentracija CO<sub>2</sub> na kraju veka bude oko 700ppm. Ukoliko se vek završi sa većom koncentracijom koju predviđaju neki "agresivniji" scenariji, povećanje temperature prema

rezultatima drugih regionalnih modela može biti duplo veće u odnosu na ove vrednosti. Za područje Srbije promena srednje godišnje temperature kreće se oko +2.5 stepena, pri čemu je najveća promena srednje temperature letnjih meseci i iznosi oko +3.5 stepena.



Slika 4. Povećanje srednje letnje (JJA) temperature, u °C, u Evropi i Srbiji, za period 2071-2100. u odnosu na klimatsku normalu 1961-1990, ukoliko povećanje koncentracije GHG prati scenarijo A1b

(Izvor [ 6 ] , Projekat "SINTA"- 2008).

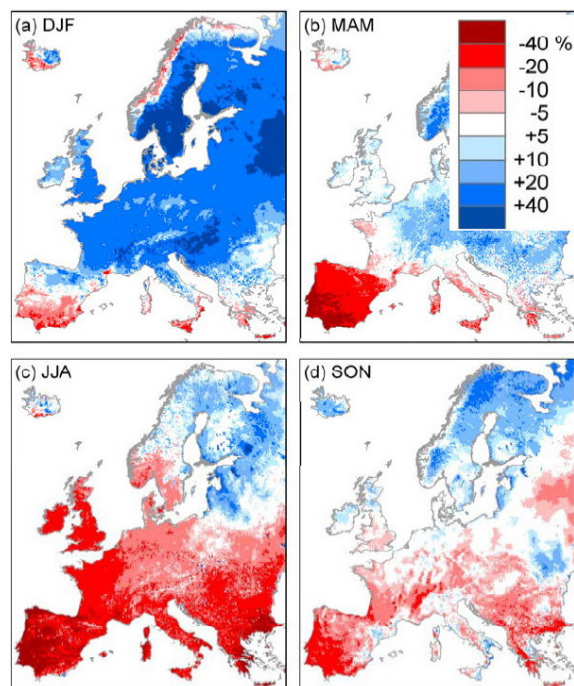
Promena režima padavina je nešto složenija i za teritoriju Srbije ogleda se u smanjenju količine i to u osegu od -10 do -3 milimetara mesečno, dok u pojedinim delovima Evrope može doći i do povećanja srednje mesečne količine padavina. Prema ovim rezultatima naročito izraženo smanjenje padavina imali bi u oblasti obale Jadranskog mora i delovima Alpa.

Opšta ocena je, da ukoliko se obistine predikcije o daljem povećanju prisustva gasova staklene bašte u atmosferi, prema rezultatima modela možemo očekivati znatno topliju klimu, naročito tokom letnjih meseci, i manju količinu padavina, posebno u Mediteranskom delu Evropskog kontinenta.

Kada se govori o učešću domaćih stručnjaka u regionalnom modeliranju klime, treba reći da se u budućnosti očekuje više domaćih rezultata. Prvenstveno zbog toga jer se u okviru RHMZ-a uspostavlja Regionalni virtuelni centar jugoistočne Evrope za praćenje klimatskih promena.

**Drugi je** progres u modeliranju klime i klimatskih elemenata i parametara na evropskom nivou, te se iz takvih rezultata mogu preciznije oceniti i budući klimatski uslovi u Srbiji. Za ilustraciju može poslužiti prikaz sezone promene količina padavina na području Republike Srbije, Sl. 5., po rezultatima [7].

Modelirane promene sezonskih padavina u Evropi su složene. Tokom zime se očekuje porast padavina, u srednjem za ceo kontinent porast za 21 %. Međutim, u delovima Mediterana se i tokom zime može očekivati smanjenje prosečnih padavina. Tokom leta se procenjuje smanjenje padavina u preovlađujućem delu Evrope, svuda osim na severoistoku kontinenta. Projektovano smanjenje za celu Evropu iznosi 11%.



Slika 5. Relativna promena, u % normale 1961-1990., sezonskih količina padavina u Evropi do kraja veka  
(a) zima; (b) proleće; (c) leto; (d) jesen

( Izvor [ 7 ] )

U Srbiji se, i po ovim rezultatima, očekuje izrazito smanjenje padavina tokom leta. Manje smanjenje prosečnih padavina se očekuje tokom jeseni. Promene tokom zime i proleća imaju drugi znak, očekuje se povećanje. Obzirom na procene da su smanjenja tokom leta i jeseni izrazitija od porasta tokom zime i proleća, a imajući u vidu i godišnji hod padavina, može se zaključiti da se na godišnjem nivou u Srbiji očekuje smanjenje količina padavina.

#### 4. OČEKIVANI UTICAJI PROMENA KLIME

##### Prosečna temperatura vazduha

##### Globalna

- Prosečna globalna temperatura (kopna i okeana) je do 2007. godine bila za 0.8 °C viša od nivoa u preindustrijskom periodu (prosek 1850-1899). Samo za kopno prosek je bio viši za 1 °C.
- Brzina rasta prosečne globalne temperature se povećala sa 0.1 °C po deceniji u proteklih sto



godina na 0.2 °C po deceniji u prethodnim decenijama.

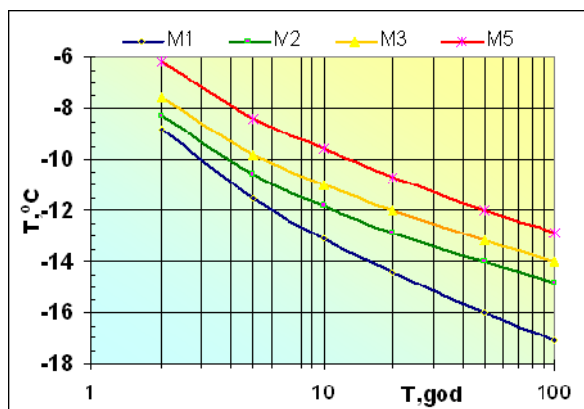
- Najbolje procene za projektovano globalno zagrevanje u toku ovog veka su dalji porast prosečne temperature između 1.8 i 4 °C za različita scenarija

#### Evropska

- Evropa se zagrejala više od globalnog proseka. Prosečna godišnja temperatura za evropsku kopnenu oblast do 2007. godine je bila 1.2 °C viša od preindustrijskog nivoa, a za kombinovanu oblast kopna i mora viša za 1 °C. **Osam od dvanest godina između 1996. i 2007. godine su među 12 najtoplijih godina od 1850. godine.**
- Projekcije godišnje temperature, dobijene forsiranjem klimatskih modela po različitim scenarijima promene klime, su da će ovog veka temperatura porasti za 1 do 5.5 °C. Tokom zime se najveće zagrevanje očekuje u istočnoj i severnoj Evropi, a tokom leta u jugozapadnoj i mediteranskoj Evropi.

#### Porast temperature u Srbiji

- Procene, bazirane na klimatskom modeliranju, po umerenim scenarijima, ukazuju da će godišnja temperatura u Srbiji do kraja veka porasti za 2.6 °C. Otopljanje neće biti ravnomerno tokom godine; leto će biti toplije za 3.5 °C, jesen za 2.2 °C, zime za 2.3 °C, a proleće za 2.5 °C.



Slika 5. Koliko će biti validni dosadašnji proračuni i propisi?

Probabilistička analiza minimalne temperature vazduha za potrebe određivanja spoljne projektne temperature vazduha, Surčin, period 1971-1990.

(Izvor [8])

#### Temperaturni ekstremi

- Učestalost ekstremnih hladnoća se smanjuje, a ekstremne vrućine su sve češće.
- Očekuje se povećanje u učestalosti, intenzitetu i trajanju talasa vrućina, dok su projekcije za broj mraznih i ledenih dana da će oni dalje opadati.

#### Ekstremne padavine i suše

- Za celu Evropu je intenzitet ekstremnih padavina kao što su jake kiše povećan u poslednjih 50 godina, čak i za oblasti sa smanjenim srednjim padavinama kao što su centralna Evropa i Mediteran.
- Za Evropu kao celinu je projektovano povećanje učestalosti pojave jakih padavina.
- Projekcije su i da će porasti dužina i učestalost sušnih perioda, naročito u južnoj i jugoistočnoj Evropi.
- U Srbiji se povećala učestalost, intenzitet i trajanje meteoroloških suša, [9], kao rezultat povećanih temperatura, smanjenih letnjih padavina i većeg broja dužih sušnih perioda.. Ovaj trend će se nastaviti naročito na jugoistoku i istoku Srbije.
- Promene u režimu padavina i suša imaće direktnog uticaja na oticaj i proticaj reka. Usložnjava se problematika vodosnabdevanja i navodnjavanja.

#### Rečne poplave

- U Evropi je od 1990. godine zabeleženo 259 većih rečnih poplava, od kojih 165 posle 2000. godine. Projektovano je da globalno zagrevanje intenzivira hidrološki ciklus i poveća pojavu i učestalost poplava u velikom delu Evrope, iako procene o promenama u učestalosti poplava i njihovoj magnitudi i dalje ostaju vrlo neizvesne.
- Projekcije sugerišu da će zagrevanje dovesti do smanjivanja akumulacije snega tokom zime i tako umanjiti rizik od ranih prolećnih poplava.

#### Biodiverzitet sveže vode i kvalitet vode

- Klimatske promene mogu da prouzrokuju povećanje cvetanja fitoplanktona, favorizujući i stabilizujući dominaciju štetnih cianobakterija u zajednicama fitoplanktona, što dovodi do povećanja pretnje ekološkom statusu jezera i povećanju zdravstvenog rizika, posebno u vodama koje se koriste za javno snabdevanje.

#### Raspodela biljnih vrsta

- Intenzitet promena klimatskih parametara je veći od prirodnih mogućnosti mnogih vrsta da se adaptira novonastalim uslovima, posebno zato što izfragmentiranost predela može da ograniči pomeranja.
- Klimatske promene, naročito tokom blažih zima, su odgovorne za primećeno pomeranje mnogih biljnih vrsta u Evropi na sever i na veće nadmorske visine. Planinski ekosistemi u mnogim delovima Evrope se menjaju jer vrste prilagođene hladnoći bivaju potisnute iz svojih područja od vrsta prilagođenih toplijoj klimi
- Projekcije su da će do kasnog 21. veka, distribucija evropskih biljnih vrsta biti pomerena nekoliko stotina kilometara na sever, šume sužene na jugu i proširene na severu, **a 60 % planinskih biljnih vrsta biti suočeno sa izumiranjem.**

### Prizemni ozon

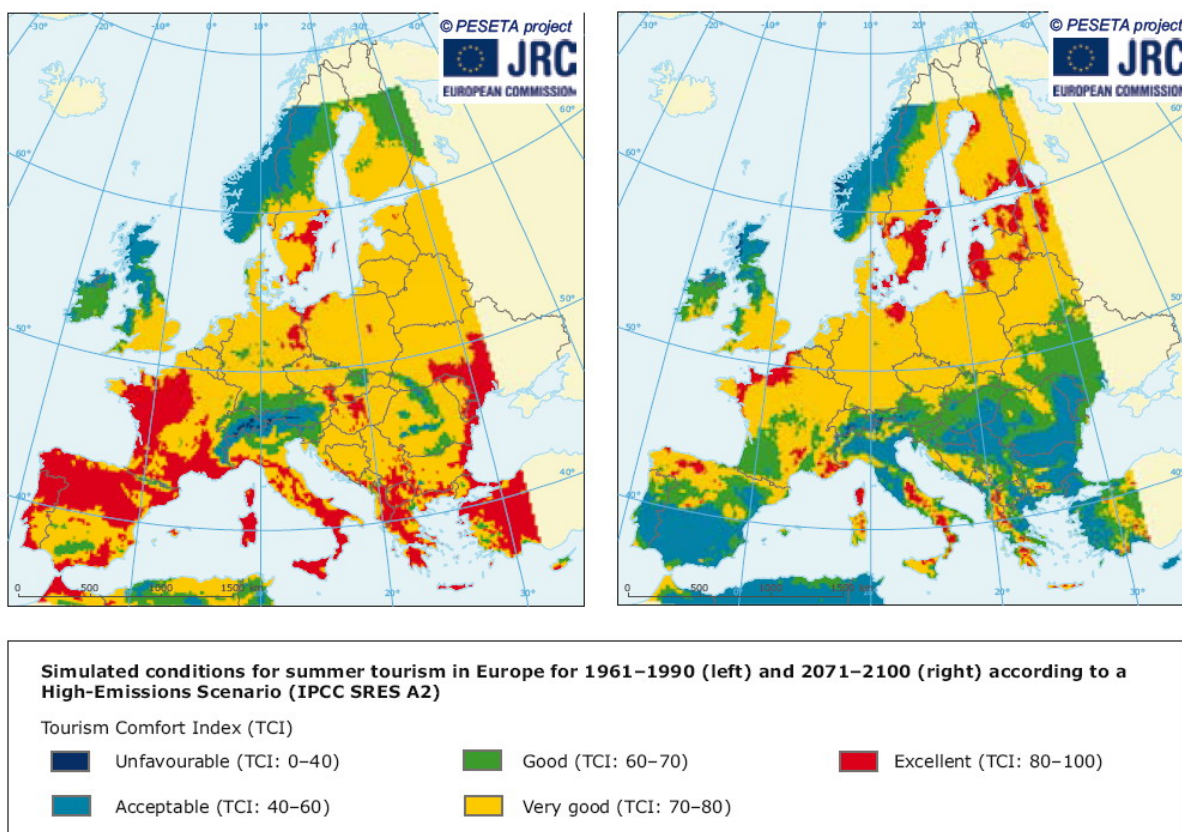
- Klimatske promene su doprinele i doprinosiće povećanju prosečne koncentracije prizemnog ozona
- Primer leta 2003. godine u centralnoj Evropi može poslužiti kao opomena i usmerava na razmišljanja o adekvatnosti trenutne politike smanjenja prizemnog ozona

### Toplotni talasi i zdravlje

- Povećavanje temperatura će verovatno povećati broj smrti povezanih za vrućinama. Rizik smrtnosti se povećava od 0.2 do 5.5 % za svaki

1 °C povećanja temperature preko lokalno-specifične granične vrednosti.

- Procenjuje se oko 85 000 više smrtnih slučajeva godišnje u EU po scenariju visokih emisija sa povećanjem prosečne globalne temperature za 3 °C u periodu 2071-2100 u odnosu na period 1961-1990.
- Promene klimatskih parametara dovode do promene i preraspodele područja sa određenim vrednostima biometeoroloških parametara. Obzirom na procenjene promene, ovaj uticaj će biti veoma izražen i u Srbiji.



Source: JRC PESETA project (<http://peseta.jrc.ec.europa.eu/docs/Tourism.html>).

Slika 7. Promena humanih bioklimatskih uslova u Evropi do kraja veka izražena preko turističkog klimatskog indeksa, TCI, za leto;

Levo – TCI za leto, normala 1961- 1990, Desno – TCI za leto, period 2071- 2100. – IPCC SRES A2

Izvor [10]

### Biljna fenologija

- Vremena sezonskih pojava kod biljaka se menjaju duž cele Evrope, uglavnom zahvaljujući klimatskim uslovima; 78 % otvaranja lišća i cvetanja pokazuje ubrzanje trendova, a samo 3 % značajnije kašnjenje.
- Između 1971. i 2000. godine prosečno ranije pojavljivanje proleća i leta je bilo 2.5 dana po deceniji. Ovi trendovi u sezonskim promenama će nastaviti da napreduju u narednim decenijama.

### Organski ugljenik u tlu

- Zemljište u EU sadrži oko 71 gigatona organskog ugljenika, skoro 10 % od ugljenika akumuliranog u atmosferi. Povećanje temperature i smanjenje vlažnosti ubrzava dekompoziciju organskih materijala, dovodeći do pada organskog ugljenika u zemljištu u Evropi i povećanja emisija CO<sub>2</sub> u atmosferu. Ovo može da poništi sve ostale sačuvane količine koje su drugi sektori ekonomije uspeali da postignu smanjivanjem antropogenih emisija gasova staklene bašte.

- Gubitak organskog ugljenika je već primećen u merenjima u raznim regionima Evrope tokom proteklih 25 godina.
- Projektovane promene klime za 21. vek će promeniti doprinos zemljišta u ciklusu CO<sub>2</sub> u mnogim oblastima EU.

#### Povećanje površina pod šumama

- U većem delu kontinentalne Evrope, većina šuma se sada brže širi nego početkom 20. veka.
- Promena klime će favorizovati određene vrste na nekim lokacijama šuma, dok će za druge vrste stvarati lošije uslove, dovodeći tako do znatnih promena u distribuciji vrsta
- Periodi suša i toplih zima povećavaju populaciju štetočina i dalje oslabljuju šume.
- U šumama Srbije su detektovane promene koje se mogu pripisati uticaju klimatskih faktora
- Površine pod šumama u Srbiji 2000. su bile veće za 71% nego 1953, a za 15% veće nego 1979. godine [3 za 2008.].

#### Neki ekonomski aspekti uticaja

- Oko 90 % svih prirodnih nepogoda u Evropi koje su se pojavile od 1980. godine se direktno ili indirektno mogu pripisati vremenu i klimi. Oko 95 % ekonomskih gubitaka prouzrokovanih katastrofalnim pojavama je rezultat ovih sa vremenom i klimom povezanim nepogodama.

- Prosečan broj godišnjih nepogoda uzrokovanih vremenom i klimom u Evropi se povećao za oko 65 % u periodu 1998-2007. u poređenju sa godišnjim prosekom za 1980. godinu,
- Povećavaju se ulaganja u tehničko-tehnološke sisteme kako bi oni bili dimenzionisani za optimalno funkcionisanje pri procenjenim novim klimatskim uslovima
- Dolazi do preraspodele potrošnje električne energije tokom godine; povećava se potrošnja struje za potrebe klimatizacije i hlađenja
- Smanjuje se broj "stepen dana" u grejnom periodu što pruža mogućnost za uštedu energije u odnosu na sada korišćenu za grejanje
- Nužnost navodnjavanja u poljoprivredi će uticati na cene proizvoda
- Procenjuje se da će u narednim decenijama biti dominantni gubici od nepogoda, a da će u drugoj polovini veka biti mnogo izraženiji efekti promena klime na ekonomiju

## 5. UMETO ZAKLJUČAKA

Klimatske promene, spoznaja uticaja i planiranje adekvatnog odgovora predstavljaju jedan od najvećih izazova ovoga veka. Procene ukazuju da će područje Srbije biti izloženo uticajima koji mogu imati posledice na celo društvo.

## REFERENCE

- [1] Popović T., Živković M., Radulović E.: **"Srbija i globalno otopljanje"**, I Konferencija Održivi razvoj i klimatske promene, Niš, Jun 2008; pp. 47-54 (in serbian)
- [2] Popović, T.: **"Trend promena temperature vazduha i količine padavina na području Republike Srbije"**, Šume i promena klime, Šumarski fakultet, Beograd, 2007, pp. 81 -123
- [3] Agencija za zaštitu životne sredine, **"Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2007. godinu"** [http://www.sepa.gov.rs/download/Izveštaj\\_2007\\_Web.pdf](http://www.sepa.gov.rs/download/Izveštaj_2007_Web.pdf), Beograd, 2008, pp 182.
- [4] RHMZ Srbije **"Značajni klimatski događaji na teritoriji Srbije u 2008. godini"**, <http://www.hidmet.gov.rs>, Beograd, 2009, pp 2
- [5] T. Popović, E. Radulović, M. Jovanović: **"Koliko nam se menja klima, kakva će biti naša buduća klima ? "**, EnE05 – Konferencija životna sredina ka Evropi, Beograd, 2005, pp. 212-218
- [6] S. Gualdi <sup>(1,2)</sup>, B. Rajkovic <sup>(3)</sup>, V. Djurdjevic <sup>(3)</sup>, S. Castellari <sup>(1,2)</sup>, E. Scoccimarro <sup>(1,2)</sup>, A. Navarra <sup>(1,2)</sup> and M. Dacic <sup>(4)</sup> ; **"Simulations of climate change in the mediterranean Area"**, FINAL SCIENTIFIC REPORT, 2008, <http://www.earth-prints.org/handle/2122/4675>, [ (1) Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), (2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (3) Belgrade University, Faculty of Physics and SEE VCCC (hosted by RHMS of Serbia), (4) Republic Hydrometeorological Service of Serbia ]
- [7] Rutger Dankers, Roland Hiederer ; **"Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario"**, JRC Scientific and Technical Report, EC, 2008, pp. 44
- [8] T. Popović; **"Projektne temperature vazduha sa verovatnoćom pojave minimalnih temperatura u grejnom periodu za potrebe nacionalnog standarda JUS U J.5.600 "**, Ekspertiza, SHMZ, 2002, pp.14
- [9] O. Jovanović, T. Popović: **"DROUGHT PERIODS DURATION ON THE TERRITORY OF FR YUGOSLAVIA"**, DROUGHT AND PLANT PRODUCTION, Proceedings 1, ; Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Beograd, 1997., str 117-122
- [10] EEA ; **"Impacts of Europe's changing climate — 2008 indicator-based assessment"**, EEA - JRC-WHO report, EEA Report No 4/2008, pp. 37-167