

Климатске промјене и животна средина – трендови и могуће посљедице

Горан Трбић¹, Татјана Попов¹

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет
goran.trbic@pmf.unibl.org; tatjana.popov@pmf.unibl.org

Сажетак. У раду је разматран феномен климатских промјена као један од највећих изазова савременог друштва. Фокус рада је на детерминисању трендова и пројекција климатских промјена, као и могућих посљедица климатских промјена у Републици Српској и Босни и Херцеговини. У раду су представљени климатски трендови температуре ваздуха и количине падавина за територију Републике Српске и Босне и Херцеговине те пројекције температура ваздуха, количине падавина и климатских индекса према климатском сценарију RCP8.5 до краја XXI вијека. Климатски сценарио RCP8.5 израђен је за потребе Међувладиног панела за климатске промјене (IPCC) у радној групи један, која се односила на научне основе за глобалне климатске промјене. Сем тога, у раду су анализирани и климатски утицаји и могуће посљедице на најугроженије секторе у Републици Српској и Босни и Херцеговини, те детерминисани наредни кораци и мјере прилагођавања.

Кључне ријечи: Климатске промјене, животна средина, климатски трендови, климатске пројекције, Република Српска, Босна и Херцеговина

Цитирање: Трбић Г, Попов Т (2023) Климатске промјене и животна средина – трендови и могуће посљедице. У: Јакуповић Е, Говедар З (уредници) Значај климатских промјена за животну средину. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Зборник радова: 1–16

Cite as: Trbić G, Popov T (2023) Climate change and the environment - trends and possible consequences. In: Jakupović E, Govedar Z (eds) Significance of forest ecosystems for the environment. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Proceedings: 1–16

1. Увод

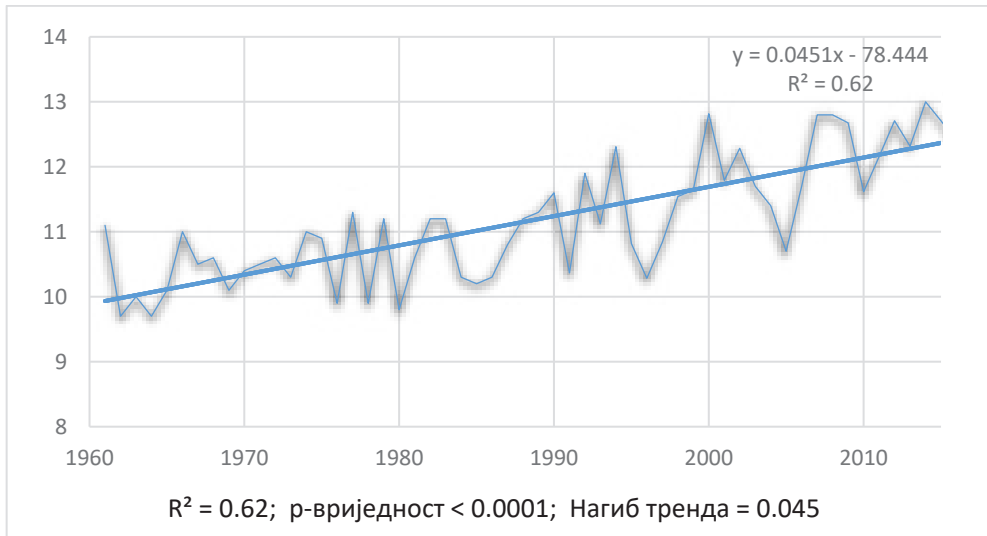
Климатске промјене су један од кључних изазова савременог свијета (Dunn et al., 2020). Све је више прихваћена чињеница да климатске промјене утичу на учесталост и интензитет екстремних догађаја. Ови утицаји посебно су изражени XXI вијеку, а огледају се у порасту температуре ваздуха, дуготрајним топлотним таласима, који уз недостатак падавина изазивају суше, повећавајући број дана са градоносним облацима и градом, смањење падавина током љета, смањење броја дана са задржавањем снијега и сњежног покривача (Dejanović et al., 2019). Све већа варијабилност временских услова је забиљежена у свим годишњим добима, са брзим промјенама које се дешавају у кратким временским интервалима (5–10 дана) изузетно хладног и топлог времена, или из периода екстремно великих падавина у сушни период (Trbic et al., 2018; Avdic et al., 2016). Током периода 2000–2022. скоро све године имале су карактеристике екстремних временских услова: поплаве 2000, 2001, 2009, 2010, 2014, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, суша и топлотни таласи 2003, 2007, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2021. и 2022, талас хладноће почетком 2012, олујни вјетрови 2012, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022, изузетно велики број дана са појавом града 2018. Током посљедњих пет година (2017–2022), наступили су интензивни касни прољећни мразеви, који су нанијели велике штете воћарству. Према УН Конвенцији о климатским промјенама главни узрок савремених климатских промјена су антропогене активности, које су знатно повећале атмосферске концентрације гасова стаклене баште, што за посљедицу има појачавање природног ефекта стаклене баште и додатно загријавање Земљине површине и атмосфере, које може негативно дјеловати на природне екосистеме и човјечанство (UNFCCC, 1992). Негативни ефекти климатских промјена представљају промјене у физичком окружењу или живом свијету које имају знатне штетне утицаје на структуру, отпорност или продуктивност природних и вјештачких екосистема, на функционисање социо-економских система или на људско здравље и благостање. С обзиром на уочене промјене климе, крајњи циљ Конвенције јесте „да се у складу с релевантним одредбама Конвенције успостави стабилност концентрације гасова стаклене баште у атмосфери на нивоу који ће спријечити опасно антропогено уплитање у климатски систем. Такав ниво треба да се постигне у року који је довољан да се екосистемима омогући природно прилагођавање на промјену климе, да се осигура да производња хране не буде угрожена и да се омогући даљи економски развој на одрживи начин“ (UNFCCC, 1992).

Климатски модели сугеришу да ће се ови екстреми интензивирати у будућности и да ће представљати већи ризик и угрожавање воћарства у Босни и Херцеговини. На бази досадашњих истраживања уочена је све већа климатска

варијабилност у Босни и Херцеговини (Trbić et al., 2017; Popov et al., 2017; Trbić et al., 2018; Popov et al., 2018a; Popov et al., 2018b; Popov et al., 2019a; Popov et al., 2019b; Trbic et al., 2021; Trbic et al., 2022). Све промјене температурних екстрема које су уочене на глобалном нивоу показале су трендове у складу са све већом тенденцијом загријавања климатског система. Студије свјетских размјера су показале да су најјаче промјене показале минималне температуре (температура најхладније ноћи је порасла за скоро 4°C на глобалном нивоу од средине XX вијека) (Dunn et al., 2020). Слично је пронађено за Европу на континенталној скали (Klein et al., 2014; Scheifinger et al., 2003). Ипак, у Босни и Херцеговини и другим дијеловима у југоисточној Европи промјене максималних температура биле су много јаче од промјена минималних, иако су и оне испољиле узлазне трендове (Popov et al., 2018a; Popov et al., 2019a). Ово је довело до све веће учесталости суша. пошто се посљедице суше често споро акумулирају током значајног периода и могу трајати годинама након завршетка догађаја, почетак и крај суше је тешко одредити (Wilhite 2000). Климатске промјене су условиле и измијењене услове у урбаним срединама. У раду Савића и др. може се уочити знатно одступање температуре ваздуха и релативне влажности ваздуха у Бања Луци на локацијама у центру града, поред ријеке Врбас и парку Младен Стојановић (Savic et al., 2022). Основна намјера и циљ овог рада је да се укаже на трендове климатских промјена и све већи утицај на животну средину.

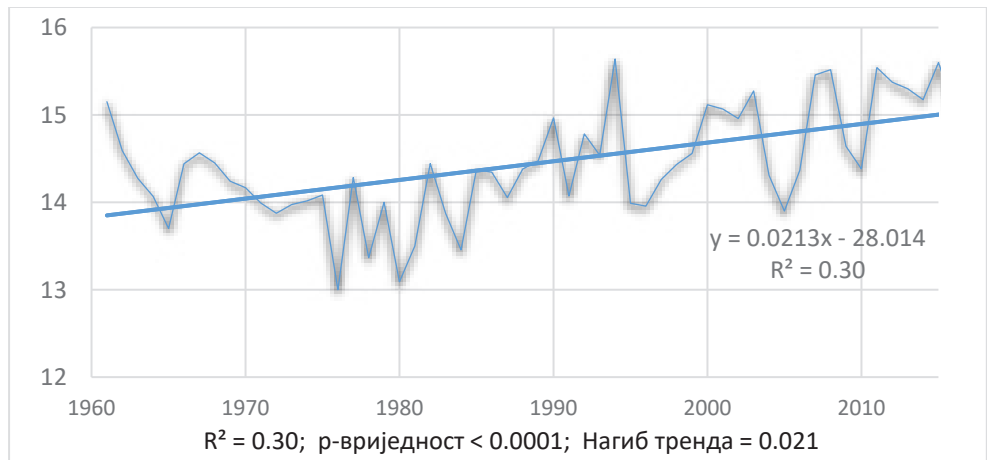
2. Анализа климатских трендова у Републици Српској

На основу анализе климатских елемената за Републику Српску, у периоду 1961–2016. године, уочен је континуирани пораст средње годишње температуре ваздуха на цијелој територији. Позитиван линеарни тренд средње годишње температуре ваздуха, нарочито је изражен у посљедњих 40 година. Трендови годишњих температура на свим анализираним станицама су статистички значајни, а промјене су више изражене у континенталном дијелу. Повећање температуре ваздуха на годишњем нивоу се креће у распону од 0,4°C до 1,2°C, док пораст температуре током вегетационог периода (април–септембар) иде и до 1,4°C. Међутим, повећања температуре током посљедњих осамнаест година још су више изражена. У анализираном периоду сви индекси топлих температурних екстрема имају позитивне трендове, док су индекси хладних температурних екстрема са негативним трендом. Најзначајнија промјена у овом периоду уочава се код броја хладних и топлих дана. На свим метеоролошким станицама број хладних дана има негативни тренд. У централним планинским подручјима број хладних дана смањен је за 4 дана на 10 година, док је на југу земље смањење нешто мање и износи 2 дана на 10 година. Број топлих дана има позитиван тренд и статистички је значајан.



Слика 1: Средње годишње температуре ваздуха у Бањој Луци

Figure 1. Average annual air temperatures in Banja Luka



Слика 2. Средње годишње температуре ваздуха у Требињу

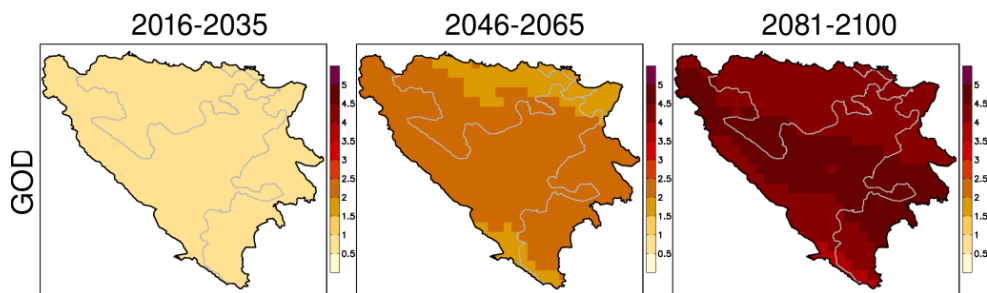
Figure 2. Average annual air temperatures in Trebinje

У периоду 1961–2016. године на већем дијелу територије Републике Српске забиљежено је незнатно повећање количине падавина на годишњем нивоу. Линеарни трендови за вишегодишњи период 1961–2016. године упућују на стагнацију или незнатан пораст количине падавина на простору цијеле Републике Српске (осим у Херцеговини). Промјене у висини падавина

израженије су по сезонама него на годишњем нивоу. Иако нису забиљежене сигнификантне промјене количине падавина, у великој мјери је измијењен pluviometriјски режим, односно годишња расподјела. Због повећаног интензитета падавина и његове веће промјенљивости, као и због повећаног удјела јаких киша у укупној количини падавина, повећан је ризик од поплава, нарочито у сјеверном дијелу Републике Српске гдје су током маја 2014. године забиљежене катастрофалне поплаве.

3. Очекиване климатске промјене према климатском сценарију RCP8.5

Према најекстремнијем сценарију (RCP8.5) до 2035. године просјечна температура на подручју Републике Српске ће бити већа за $+0,5^{\circ}\text{C}$ до $+1,5^{\circ}\text{C}$. За период 2036–2065. промјене се крећу од $1,5^{\circ}\text{C}$ до 3°C док се за период 2081–2100. пораст температуре креће од $2,5^{\circ}\text{C}$ до 5°C . Овдје посебно истичемо пораст максималних дневних температура за сезону јуни–јули–август, када је пораст температуре у већем дијелу земље већи од 5°C . Промјене температуре веће су у планинским областима, што је јасно уочљиво у случају промјена за посљедњи анализирани период 2081–2100.

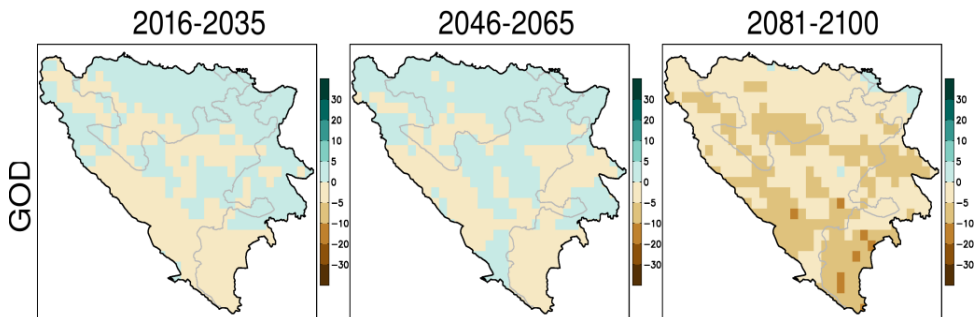


Слика 3. Промјена средње дневне температуре (у $^{\circ}\text{C}$) у односу на референтни период 1986–2005. за сценариј RCP8.5

Figure 3. Change in mean daily temperature (in $^{\circ}\text{C}$) in relation to the reference period 1986–2005. for the RCP8.5 scenario

До краја овог вијека према свим сценаријима број љетних дана ће се повећати. За сценариј RCP8.5 промјена броја љетних дана се значајно повећава за даље временске хоризонте и за период 2036–2065. износи до 40 дана више, у појединим дијеловима до 50 дана више, док за посљедњи период промјена је најизраженија и износи до 60 дана, скоро на цијелој територији земље.

Према климатском сценарију RCP8.5 промјена дневних акумулираних падавина на годишњем нивоу се за прва два периода креће у опсегу од -5 % до 5 %, а за посљедњи анализирани период (2081–2100) је негативна и у појединим дијеловима земље мања и од -10 %. Сезона са највећим губитком падавина је јуни–јули–август (ЈЈА), што је посебно изражено за сценариј RCP8.5 за који је током посљедњег периода могуће смањење падавина од -30 % на југу земље. Овај дефицит љетних падавина је очигледно и главни допринос негативној промјени укупних падавина на годишњем нивоу.



Слика 4. Промјена средњих дневних падавина (у %) у односу на референтни период 1986–2005., за сценариј RCP8.5

Figure 4. Change in mean daily precipitation (in %) compared to the reference period 1986–2005, for the RCP8.5 scenario

Према свим сценаријима број дана са падавинама већим од 20 мм ће се углавном повећати. Промјене се крећу од +5 % до +20 % (на већем дијелу територије Републике Српске и Босне и Херцеговине гдје су промјене позитивне) и до -5 % (на дијеловима на којима је промјена негативна). У случају сценарија RCP8.5, за период 2081–2100. ова промјена је нешто израженија на већем дијелу територије и она износи до +20%, а у појединим мањим областима и преко +30%.

4. Утицај климатских промјена на кључне секторе и потреба за адаптацијом

Климатске промјене врше све интензивнији утицај на многобројне секторе у Републици Српској и Босни и Херцеговини (Trbic et al., 2018). Процјене су извршене на бази доступних података, научне и стручне литературе, док су пројекције могућих утицаја вршене на бази климатских модела и сценарија представљених у Трећем националном извјештају Босне и Херцеговине

о климатским промјенама према Оквирној УН Конвенцији о климатским промјенама (UNFCCC). Досадашње климатске промјене у Босни и Херцеговини највећи притисак врше на пољопривреду и водне ресурсе. Међутим, све је израженији утицај на сектор енергетике, туризма, јавног здравља, шумарства, становања, те осјетљиве биљне и животињске врсте (Сирас и др., 2020). Евидентна је потреба интегрисања климатских промјена у стратешке и планске документе, која ће условити и одређене измјене и допуне постојеће законске легислативе и регулативе.

5. Пољопривреда

Пољопривредна производња у Босни и Херцеговини један је од сектора који је највише угрожен климатским промјенама (Трбић et al., 2014). У сјеверном дијелу, нарочито у прољеће, карактеристични су услови превлаживања услед високих водостаја ријека и сливања вода са виших терена. Сем тога, честе су и појаве суше, мањег или већег интензитета, у љетном периоду године. У јужним дијеловима јављао се двојак ефекат и превлаживање у прољећно-јесењем периоду и редовна појава суше у љетњем периоду, док су у централном дијелу пријетиле углавном бујичне воде.

Изградњом насипа за регулисање ријечних токова и система за одводњавање на критичним површинама створили су се повољнији услови за развој пољопривредне производње. Иако је суша у Херцеговини редовна, али проблеми одводњавања су били доминантни, тако да се наводњавање није развијало у потребној мјери, јер се пољопривредна производња могла обављати и остваривати приноси, поготово на дубоким и плодним земљиштима. Ратарска производња се у већем дијелу земље одвијала несметано, уз сталан пораст приноса од шездесетих година прошлог вијека, дјелимично због повољних климатских услова и због примјене минералних ђубрива и средстава за заштиту биља.

Међутим, посљедњих година на територији Босне и Херцеговине учестала је појава јаких и екстремних суша с једне стране, и појава екстремних падавина, које изазивају превлаживање и поплаве већих размјера, тако да се развој наводњавања и одводњавања намећу као основна мјера ублажавања губитака приноса, поред увођења нових хибрида и сорти толерантнијих на сушу или примјене других методологија којима се постиже ефикасније коришћење воде и земљишта.

6. Водни ресурси

У посљедњим деценијама евидентне су промјене хидролошког режима у БиХ у односу на вриједности и динамику падавина, те водостаја и протицаја ријека (Gnjato et al., 2019). Под утицајем климатских промјена, растуће урбанизације и других антропогених утицаја, може се очекивати да неповољне посљедице просторне и временске неравномјерности хидролошког режима буду све присутније у пољопривреди, водопривреди, хидроенергетици, у урбаним и руралним срединама. У посљедње двије деценије територију Републике Српске и Босне и Херцеговине погодило је више екстремних поплава. Значајне поплаве забиљежене су у априлу 2004. године и захватиле су општине у сливовима Уне, Врбаса, Босне и Дрине. У децембру 2010. године падавине су премашиле стогодишњи рекорд, што је изазвало поплаве које су биле изражене нарочито у сливу ријеке Дрине и у источној Херцеговини. Поплављени су градови Горажде, Зворник и Бијељина, те мања насеља. У Босни и Херцеговини поплавлена је велика површина од чега велики дио пољопривредног земљишта, уништене су или оштећене куће, саобраћајнице и мостови. Средином маја 2014. године догодиле су се екстремне поплаве, које су захватиле Босну и Херцеговину и шири регион. Поплаве су услиједиле након вишедневних киша (највеће падавине регистроване од почетка организованог мјерења, тј. задњих 120 година) које су коинцидирале са топљењем снијега што је допринијело екстремном порасту водостаја у изузетно кратком року, и то нарочито на ријекама Босни, Сави и Дрини као и њиховим притокама. Тако су у периоду 17–18. мај 2014. пробијени насипи на неколико мјеста дуж ријеке Саве и њених главних притока узрокујући поплаве и велике материјалне штете на подручју Средње Посавине, Оџачке Посавине и Семберије. Додатне штете у сливу биле су узроковане појавом великог броја клизишта. Плављења, ерозија, бујице и клизишта обиљежила су 2014. годину. Након поплава у мају, већ у јулу, августу и септембру 2014. године, падавине су изазвале нове проблеме плављења на подручјима која су девастирана претходним поплавама.

Посљедњих деценија десиле су се и екстремне суше (2000, 2003, 2007, 2011, 2012, 2015). Екстремна суша из 2000. године захватила је шири регион, а било је погођено око 60 % пољопривредне производње. У прољеће и љето 2003. године цијелу територију погодила је јака суша, која је на сјеверном дијелу била интензивнија него она из 2000. године. Недостатак падавина у љето 2003. године је узроковао и хидролошку сушу која се очитовала смањењем површинских и подземних залиха воде (Авдић и др, 2016).

Водоснабдијевање у руралним подручјима врло је рањиво под утицајем климатских промјена, због повећаног ризика нарушавања квалитета и квантитета воде у продуженим сушним периодима. Погоршање проблема у

водоснабдијевању индустрије водом у будућности се може очекивати у смислу смањења количине расположиве воде, што ће зависити од раста индустријске производње. Према климатском сценарију RCP8.5 очекује се смањење количине падавина за 10 % у западним дијеловима, а повећање за 5 % на истоку, 2035. године. Очекује се да ће годишња доба јесен и зима имати највеће смањење у количини падавина.

Очекиване промјене у количинама падавина и температури ваздуха негативно ће утицати на садашњи систем управљања водним ресурсима у Босни и Херцеговини. Могу се очекивати промјене у погледу времена појављивања, учесталости и интензитета екстремних догађаја – поплава и суша. Највећи пораст температуре ваздуха предвиђа се у вегетационом периоду (јуни, јули и август), а нешто блажи пораст током марта, априла и маја, што ће имати за посљедицу повећану евапотранспирацију и израженије екстремне минимуме водостаја на водотоцима. Ово ће условити смањење доступности водних ресурса у вегетационом периоду када су потребе највеће, у погледу квантитета воде, али и квалитета. Знатно повећање температуре ваздуха током зимске сезоне (децембар, јануар и фебруар) имаће за посљедицу смањење сњежних падавина, односно смањење протицаја у већини водотока у прољетним мјесецима. С друге стране, очекиване учесталије падавине већег интензитета изазваће већа отицања, често праћена поплавама.

Уз повећавање временске неравномјерности, заоштравају се проблеми везани за изражену просторну неравномјерност – водом су најсиромашнији управо дијелови који имају највеће потребе за водом, долине гдје су највећи земљишни потенцијали за интензивну пољопривреду уз потребно наводњавање и гдје је насељеност највећа.

7. Шумарство

На територији Херцеговине очекује се повећани ризик од шумских пожара изазваних повећањем температуре и промјенама у режиму падавина, што указује на потребу проширења капацитета за заштиту од пожара. Сви ови аспекти (вријеме, штеточине, патогени, пожари) могу, током дужег периода, довести до смањења продуктивности и лошијег стања шумских екосистема. Само у ријетким случајевима климатске промјене могу имати и неке позитивне утицаје на шуме и шумарство: продуктивност појединих врста може се повећати у подручјима са довољном количином падавина (појас шума смрче), што би условило брже стопе раста те миграције продуктивнијих врста на ова станишта.

Постоји могућност да климатске промјене утичу на шуме у Републици Српској на начин који би током времена могао трансформисати цијеле шумске системе кроз помјерање њиховог распореда и састава. То са собом носи терет друштвено-економских и еколошких посљедица. Климатске промјене које су се догодиле неће имати исти утицај на све шумске екосистеме у Босни и Херцеговини. У прилог овој тврдњи иде чињеница да је опстанак шумских заједница повезан с просјечном годишњом температуром на подручју на коме се појављује дата заједница, али и са распоредом падавина током године. С обзиром на урађене сценарије може се констатовати да промјене у количини падавина (+5 % до -10 %) не би имале толико драстичан утицај као што је случај са предвиђеним промјенама у просјечним годишњим температурама. Шумске заједнице ће реаговати на климатске промјене различито (неке се налазе на већој надморској висини, дубљем педолошком профилу, веће бројности врста и појединачно индивидуа, неке су мање осјетљиве тј. формиране од толерантнијих врста...), што значи да треба одвојено анализирати реакцију сваке заједнице. Врсте које се налазе у центру свог природног распрострањања биће толерантније на климатске промјене, док ће оне близу ивица (маргинална популације) бити веома рањиве. Поред тога, сукцесија врста (њихова еволуција) и промјена структуре заједница везане су за природно обнављање шума и одређене су старошћу стабала. Код неких врста (као што су храстови) то је више од 100 година, а код неких нереално је очекивати промјене постојеће вегетације у периоду краћем од једног вијека (осим у случају природних катастрофа). На крају, код свих промјена и помјерања шумских заједница мора се узети у обзир и читав низ других фактора који утичу на промјене шумских екосистема (промјене у структури земљишта, промјене у генетичким ресурсима и диверзитету, прилагодљивост врста итд).

8. Људско здравље

Климатске промјене имају све интензивнији утицај на људско здравље у Босни и Херцеговини. Тај утицај се доминантно манифестује кроз нагле промјене екстремних временских стања. Овакве промјене екстремног стања блиско су повезане са проблемима осцилације крвног притиска, кардиоваскуларних и неуролошких тегоба и др., а нарочито код старијих особа. Сем тога, екстремни догађаји као што су поплаве могу условити ширење болести које се преносе водом. Извјесно је да су климатске промјене један од највећих изазова данашњице, али и веома озбиљан проблем будућности.

Негативни здравствени ефекти климатских промјена вјероватно ће постасти више интензивни у будућности, посебно у сиромашним земљама, гдје је

способност прилагођавања ограничена ресурсима и технологијама. Према томе, постоји пријека потреба да се идентификују приступи, нове методе и развију нови алати за повећање отпорности људског здравља и смањење ризика од климатских промјена. Ако се садашњи тренд климатских промјена настави, на што указују климатски модели и сценарији, можемо очекивати непредвиђене климатске услове који ће са собом донијети разноврсне и разорне појаве. Здравље популација је директно повезано с окружењем и животном средином. Климатске промјене директно утичу на услове људског живота кроз привредни развој, производњу хране, квалитет воде и пољопривреду. Погоршање неких од тих услова имаће штетан ефекат на здравље становништва.

У Републици Српској и Босни и Херцеговини веома су оскудна истраживања у вези утицаја климатских промјена на здравље људи. Неспорно је да постоји велика забринутост друштва за опште стање здравља, али је ипак инволвираност јавности у ове проблеме пресудна у проналажењу ефикасних одговора на адаптацију екстремним климатским промјенама. Добро информисана и едукована јавност, која је уз то упозната с опасностима од екстремних климатских ситуација, може одговарајућим мјерама смањити њихове негативне посљедице. Главни узроци озбиљног нарушавања здравља људи, које проузрокују екстремне промјене климе су топлотни удари, који утичу на повећање смртности грађана Босне и Херцеговине. Погоршање климатских услова доведет ће до учесталијих промјена и погоршања здравствене ситуације код најтежих болесника. Ријеч је о обољењима с кардиоваскуларним ризицима, алергијским реакцијама и другим акутним реакцијама на високе дневне температуре, а могу се јавити и други здравствени проблеми као што су болести изазване бактеријама у храни и води, болести које преносе комарци и птице и др.

Интеракција између климатских промјена и здравља људи дјелује на општу социо-економску ситуацију и стандард становника, посебно оних с нижим приходима. Најтежа ситуација је у слабије развијеним и мањим градовима који немају адекватно организоване домове здравља. Иако нема прецизних показатеља о утицају климатских промјена на здравље становништва, може се претпоставити да су било каква улагања у адаптацију на климатске промјене економски, али прије свега с хумане стране, оправдана и исплатива. Неопходно је да се много више средстава усмјери у превенцију од топлотних удара, едукацију и информисање становништва, те мониторинг праћен научним истраживањима. У каснијој фази је потребно израдити детаљне *cost-benefit* анализе и у овој области, јер је неоспорно да људски животи вриједу највише. А ако се смртност за одређене болести у екстремним климатским ситуацијама смањи само за 10 %, улагања у мјере адаптације ће се вишеструко исплатити.

9. Туризам

Глобалне промјене климе већ дужи период испољавају се кроз пораст просјечних и екстремних температура ваздуха, измјену топлотних режима, помјерање топлотних појасева, измјену режима и територијалне расподјеле падавина.

Климатске промјене, нарочито у смислу све чешће појаве екстремних температура, недовољне количине падавина у облику снијега те екстремних временских стања у атмосфери имају све већи, негативан, утицај на развој туризма у Републици Српској. Феномен у вези с недовољном количином сњежних падавина и бројем сњежних дана регистрован је крајем осамдесетих година прошлог вијека у Алпама. Њега су пратили проблеми у вези са смањеним приходом од зимског туризма, повећаним инвестиционим активностима, порастом запослености у туризму и сл. Из тих разлога „почетком деведесетих, упоредо са климатским студијама о глобалном отопљавању, јављају се и секторске и регионалне студије о утицају климатских промјена на зимски туризам, обухватајући скоро све планинске туристичке просторе“ (Buerki R, 2000). Различите студије показале су да је „поузданост снијега“ у туристичким дестинацијама директно пропорционална порасту надморске висине, при чему ће климатске промјене преко повећања просјечних температура ваздуха, створити тренд смањивања броја туристичких мјеста са поузданим сњежним падавинама. Buerki R. сматра да се, до 2030/2050. године, зимске туристичке дестинације, лоциране испод 1500 м н. в., неће моћи поуздати у сњежне падавине и да би се та граница, до краја овог вијека, могла попети на 1800 м н. в. (Buerki R, 2000). На бази претходних истраживања утврђен је карактер глобалних климатских промјена, а пракса је показала директну међузависност климе и туризма. У највећој, и све већој, опасности је зимски туризам, као посљедица смањене количине сњежних падавина и смањеног броја дана са снијегом у години. Посљедице таквог тренда су у краћој зимској туристичкој сезони, смањеном броју посјетилаца у зимским туристичким центрима и умањеним финансијским ефектима туристичког промета.

10. Закључак

Климатске промјене су један од највећих изазова савременог човјечанства. Евидентно је да су климатске промјене током посљедње двије деценије веома интензивно захватиле и наше просторе. Ово се, доминантно, односи на повећање температуре ваздуха на нивоу године, али и свих сезона, тј. годишњих доба. Повећање температура ваздуха током зиме условило је мањи број дана

са појавом снијега, али и дана када се сњежни покривач задржава на подлози. Сем тога, климатске промјене су условиле и нарушиле уобичајени распоред падавина у виду кише на територији Републике Српске и Босне и Херцеговине, али и региона југоисточне Европе. Интересантно је да је протекле двије деценије повећан број дана без падавина, али и дана са интензивним падавинама. Управо то је условило све чешћу и интензивнију појаву суша, али и ријечних, бујичних и урбаних поплава на територији Босне и Херцеговине. На жалост, све су веће и посљедице по становништво, њихове животе, инфраструктуру и имовину. Климатски модели указују да ће се у Европи трендови температуре и падавина у XXI вијеку наставити у истом смјеру као и током друге половине XX вијека. То значи да ће температура и даље највише расти у зимском периоду у сјеверној Европи, а током љетњег периода у јужној Европи. Са друге стране, падавине показују већу регионалну и сезонску варијабилност, с тим да ће у сјеверној Европи расти, а у јужној Европи опадати висина падавина. Такође, на основу досадашњих истраживања пројектује се пораст екстремних догађаја у Европи, нарочито у виду топлотних таласа, суша и интензивних падавина. Евидентна је тенденција пораста броја топлотних таласа и интензивних падавина на основу климатских модела. Овакви трендови и промјене указују на озбиљан проблем чешће и интензивније појаве суше и дефицита воде, те на потребу за значајније интегрисање климатских промјена у планске и стратешке документе. Свакако, неопходна су и будућа истраживања гдје је потребно укључити и пројекције климатских индекса, а нарочито температурних екстрема и интензивних падавина које могу условити појаву флувијалних и бујичних поплава.

Литература

- Avdic S, Oprašic S, Bajrovic AS, Muharemovic A, Prašovic S, Trbic G (2016) Third National Communication Bosnia and Herzegovina under UNFCCC. Available online: http://www.unfccc.ba/en/site/upload/PDF_dokumenti/TNC_Report_ENG.pdf (accessed on 3 September 2021).
- Buerki R (2000) Klimaaenderung und Anpassungsprozesse im Wintertourismus. Ostschweizerische Geographische Gesellschaft NF H. 6, St. Gallen
- Cupac R, Trbic G, Zahirovic E (2020) Cost-benefit analysis of climate change adaptation measures in Bosnia and Herzegovina. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 5(2).
- Dejanovic T, Trbic G, Popov T 2019. Hail as a Natural Disaster in Bosnia and Herzegovina. In Filho WL, Trbic G, Filipovic D (Eds) *Climate Change Adaptation in Eastern Europe, Managing Risks and Building Resilience to Climate Change*, pp. 245–266. Springer Nature, Cham.

- Dunn RJH, Alexander LV, Donat MG, Zhang X, Bador M, Herold N, Lippmann T, Allan R, Aguilar E, Barry AA, Brunet M, Caesar J, Chagnaud G, Cheng V, Cinco T, Durre I, de Guzman R, Mar Htay T, Ibadullah WMW, Ibrahim MKIB, Khoshkam M, Kruger A, Kubota H, Leng TW, Lim G, Li-Sha L, Marengo J, Mbatha S, McGree S, Menne M, de los Milagros Skansi M, Ngwenya S, Nkrumah F, Oonariya C, Pabon-Caicedo JD, Panthou G, Pham C, Rahimzadeh F, Ramos A, Salgado E, Salinger J, Sané Y, Sopaheluwakan A, Srivastava A, Sun Y, Timbal B, Trachow N, Trewin B, van der Schrier G, Vazquez-Aguirre J, Vasquez R, Villarroel C, Vincent L, Vischel T, Vose R, Yussuf MNABH (2020) Development of an Updated Global Land in Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes: HadEX3. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 125: e2019JD032263.
- Federal Hydrometeorological Institute of Bosnia and Herzegovina. Documentation and Materials. Available online: <http://www.fhmzbih.gov.ba/> (accessed on 15.12.2022).
- Gnjato S, Popov T, Trbić G, Ivanišević M 2019. Climate Change Impact on River Discharges in Bosnia and Herzegovina: A Case Study of the Lower Vrbas River Basin. In Filho WL, Trbic G, Filipovic D (Eds) *Climate Change Adaptation in Eastern Europe, Managing Risks and Building Resilience to Climate Change*, pp. 79–92. Springer Nature, Cham.
- Hydrometeorological Institute of Republica Srpska. Documentation and Materials. Available online: <http://rhmzrs.com/> (accessed on 15.12.2022).
- Klein RJT, Midgley GF, Preston BL, Alam M, Berkhout FGH, Dow K, Haw RS (2014) Adaptation Opportunities, Constraints, and Limits. In *Climate Change (2014) Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, et al., Eds. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2014; pp 899–943.
- Klein Tank AMG, Können GP (2003) Trends Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99. *Journal of Climate*, 16(22): 3665–3680.
- Popov T, Gnjato S, Bajić D, Trbić G (2019a) Spatial Patterns of Precipitation in Bosnia and Herzegovina. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA* 69(3): 185–195.
- Popov T, Gnjato S, Trbić G (2017) Trends in Frost Days in Bosnia and Herzegovina. *Bulletin of the Serbian Geographical Society* 97(1): 35–55.
- Popov T, Gnjato S, Trbić G (2019b) Changes in Extreme Temperature Indices over the Peripannonian Region of Bosnia and Herzegovina. *Geografie* 124(1): 19–40.
- Popov T, Gnjato S, Trbić G 2018b Analysis of Extreme Precipitation over the Peripannonian Region of Bosnia and Hercegovina. *Időjárás* 122(4): 433–452.
- Popov T, Gnjato S, Trbić G, Ivanišević M (2018a) Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 13(1): 211–224.

- Savić, S., Trbić, G., Milošević, D. *et al.*, Importance of assessing outdoor thermal comfort and its use in urban adaptation strategies: a case study of Banja Luka (Bosnia and Herzegovina). *Theor Appl Climatol* 150, 1425–1441 (2022).
- Scheifinger H, Menzel A, Koch E, Peter C 2003. Trends of Spring Time Frost Events and Phenological Dates in Central Europe. *Theoretical and Applied Climatology*, 74: 41–51.
- Trbic G, Bajic D, Djurdjevic V, Ducic V, Cupac R, Markez Đ, Vukmir G, Dekić R, Popov T 2018. Limits to Adaptation on Climate Change in Bosnia and Herzegovina: Insights and Experiences. In Filho WL, Nalau J (Eds) *Limits to Climate Change Adaptation*, pp. 245–259. Springer, Cham.
- Trbic G, Djurdjevic V, Vujdinovic Mandic M, Ivanisevic M, Cupac R, Bajic D, Zahirovic E, Filipovic D, Dekic R, Popov T, Gnjata S 2021. The Impact of Climate Change on Grapevines in Bosnia and Herzegovina. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(1): 4.
- Trbic G, Popov T, Djurdjevic V, Milunovic I, Dejanovic T, Gnjata S, Ivanisevic M (2022) Climate Change in Bosnia and Herzegovina According to Climate Scenario RCP8.5 and Possible Impact on Fruit Production. *Atmosphere*, 13(1): 1.
- Trbić G, Đurđević V, Bajić D, Cupać R, Vukmir G, Popov T 2014. Climate Change and Adaptation Options in Bosnia and Herzegovina – Case Study in Agriculture. *Proceedings of the International Conference “ADAPTtoCLIMATE”*, Nicosia, Cyprus, March 27–28, 2014.
- Trbić G, Popov T, Gnjata S (2017) Analysis of Air Temperature Trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Pannonica* 21(2): 68–84.
- UNFCCC (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved on December 14, 2015 from http://unfccc.int/files/essential_background/convention/background/application/pdf/convention_text_with_annexes_english_for_posting.pdf
- Wilhite DA (2000) Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions. In Wilhite DA (Ed) *Drought: A Global Assessment*, pp 3–18. Routledge, London, UK.

Climate change and the environment - trends and possible consequences

Goran Trbić, Tatjana Popov

Summary

Climate change is one of the greatest challenges of modern humanity. It is evident that climate change during the last two decades have affected our areas very intensively. This mainly refers to the increase in air temperature throughout the year, but also in all seasons. The increase in air temperatures during the winter caused a smaller number of days with the appearance of snow, but also days when the snow cover remains on the ground. In addition, climate change has caused and disrupted the normal distribution of precipitation in the form of rain in the territory of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina, as well as in the region of Southeastern Europe. It is interesting that over the past two decades, the number of days without precipitation has increased, as well as the number of days with intense precipitation. This is precisely what caused the increasingly frequent and intense occurrence of droughts as well as river, torrential and urban floods in the territory of Bosnia and Herzegovina. Unfortunately, the consequences for the population, their lives, infrastructure and property are increasing. Climate models indicate that in Europe, temperature and precipitation trends in the 21st century will continue in the same direction as during the second half of the 20th century. This means that the temperature will continue to rise the most in the winter season in Northern Europe, and during the summer season in Southern Europe. On the other hand, precipitation shows greater regional and seasonal variability, with the precipitation increasing in Northern Europe and decreasing in Southern Europe. Also, based on previous research, an increase in extreme events in Europe is projected, especially in the form of heat waves, droughts and intense rainfall. There is an evident tendency to increase the number of heat waves and intense precipitation based on climate models. Such trends and changes point to a serious problem of more frequent and intense occurrences of drought and water deficit, and to the need for more significant integration of climate change into planning and strategic documents. Certainly, future research is also necessary, where it is necessary to include projections of climate indices, especially temperature extremes and intense precipitation that can cause the occurrence of fluvial and torrential floods.

Keywords: Climate change, environment, climate trends, climate projections, Republika Srpska, Bosnia and Herzegovina