Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse

Muhar, Anamarija

Undergraduate thesis / Završni rad

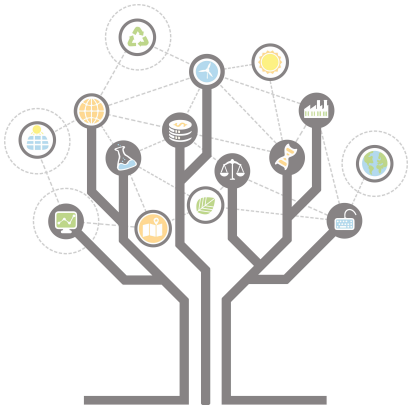
2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:771930

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse

Muhar, Anamarija

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:771930

Rights / Prava: In copyright

Download date / Datum preuzimanja: **2020-11-05**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

ANAMARIJA MUHAR

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA VODNE RESURSE

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA VODNE RESURSE

KANDIDAT:

Anamarija Muhar

MENTOR:

Doc. dr. sc. Bojan Đurin

VARAŽDIN, 2017.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom:

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **doc.dr.sc. Bojana Đurina.**

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 01.09.2017.

ANAMARIJA MUHAR

(Ime i prezime)

Anamarija Muhar

(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK

IME I PREZIME AUTORA: Anamarija Muhar

NASLOV RADA: Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse

O klimatskim promjenama u posljednje se vrijeme govori u negativnom kontekstu s obzirom na njihov utjecaj na Zemlji. Klimatski uvjeti mijenjaju se s vremenom te odražavaju na živi i neživi svijet. Vodni resursi usko su povezani s klimatskim promjenama. Ovaj rad sa hidrotehničkog aspekta prikazuje i opisuje dosadašnji utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u svijetu i Hrvatskoj, kao i njihov predviđeni utjecaj u budućnosti. Pri tome su prikazane i opisane promjene količina oborina, srednje dnevne temperature zraka i dizanja razine mora na osnovu relevantnih i mjerodavnih bibliografskih podataka. Temeljem pregleda i analize obrađenih podataka, definirani su zaključci i dane smjernice koje bi pomogle ublažavanju negativnog utjecaja klimatskih promjena na vodne resurse.

Ključne riječi: klimatske promjene, vodni resursi, svijet, Hrvatska

Sadržaj

1. UVOD 1

2. UVID U DOSADAŠNJU PROMJENU KLIME U SVIJETU I HRVATSKOJ I UTJECAJ NA VODNE RESURSE 3

2.1. Trenutno stanje u svijetu i utjecaj na vodne resurse 3

2.2. Trenutno stanje u Hrvatskoj i utjecaj na vodne resurse 9

3. PREDVIĐENE PROMJENE KLIME I UTJECAJ NA VODNE RESURSE U SVIJETU I HRVATSKOJ 13

3.1. Predviđene promjene klime u svijetu i utjecaj na vodne resurse 13

3.1.1. Stanje u Europi 15

3.1.2. Stanje u Sjevernoj i Južnoj Americi 16

3.1.3. Stanje u Aziji 17

3.1.4. Stanje u Australiji i Oceaniji 17

3.1.5. Stanje u Africi 18

3.1.6. Stanje na Arktiku i Antarktiku 18

3.2. Predviđene promjene klime u Hrvatskoj i utjecaj na vodne resurse 18

4. ZAKLJUČAK 30

5. POPIS LITERATURE 32

6. POPIS SLIKA 35

1. UVOD

Klima se mijenja, a samim time i izgled naše planete. Prije približno dva milijuna godina [1], završilo je posljednje ledeno doba. Čovječanstvo nema čvrste spoznaje o tome kako, koliko i gdje su se događale promjene jer istraživanja nisu zasnovana na pouzdanim i dugotrajnim mjerenjima. Jedina sigurna činjenica je da stotinama godina unazad antropogeni čimbenici nisu imali toliki učinak na promjenu klime kakvu imaju danas. Svjetska meteorološka organizacija (eng. *World Meteorological Organization*), osnovana kao međuvladina organizacija Ujedinjenih naroda sazvana od 185. zemalja od kojih je i Hrvatska članica, provodi brojna opažanja i istraživanja vezana za klimatske promjene [2]. Klima se mijenja neprestano kroz određeno razdoblje, a promjene se dešavaju stoljećima i tisućljećima [3]. Živa bića, samim time i ljudi se ili prilagođavaju klimatskim promjenama ili izumiru, što je sastavni dio evolucije. Povećanje koncentracije stakleničkih plinova u atmosferu može imati određene posljedice koje se mogu smatrati negativnim događajima, npr. šumski požari tijekom ljeta, povećani rizik od poplava, snažne oluje, pogoršanje kakvoće zraka te povećanje broja kukaca i bolesti. Također, posljedice mogu biti i pozitivne, npr. povećanje količine i intenziteta oborina. S obzirom na navedeno, klimatske promjene ne možemo smatrati isključivo negativne. Stoga je važno prilagoditi se na promjene, posebno ako će one biti sporog intenziteta. Prema tome, ključno je pitanje veličina i trajanje promjena. Klimatske promjene naročito se odražavaju na promjene u vodnoj bilanci, gdje mogu biti ugroženi kako ekosustavi prirodnih vodnih sustava, tako i mogućnosti korištenja vodnih resursa [4].

Klima nije statistički precizna i točna veličina, već se kroz određeno razdoblje klimatska obilježja mogu mijenjati. Stoga se na temelju dobivenih podataka mogu predvidjeti određene promjene i njihov utjecaj. Uzroke promjene klime najčešće dijelimo na prirodne i antropogene. Prirodni uzroci su varijacije u Sunčevom zračenju, kretanju Zemlje te vulkanske erupcije i brojne druge prirodne promjene. Antropogeni utjecaji očituju se kroz određene ljudske aktivnosti i djelovanja. Prirodni i antropogeni uzroci imaju veliki utjecaj na vodne resurse stoga klimatske promjene treba neprestano promatrati. Vodni resursi su jedan od ključnih aspekata za život i razvoj života na Zemlji te im treba pridodati posebnu važnost. Podaci dobiveni analizom meteoroloških i hidroloških podataka prikazuju da negativna odstupanja u vodostaju prati pozitivan

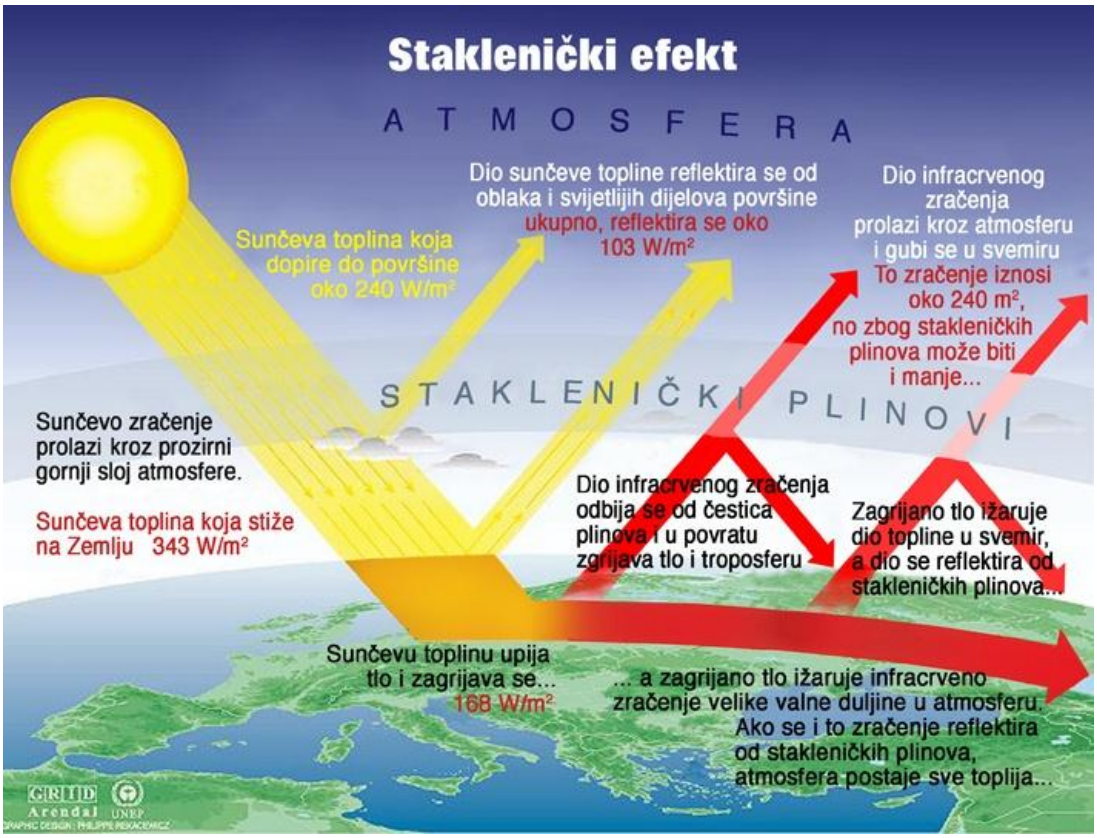
predznak odstupanja temperature, a sličan je odnos i u količini oborina i protoka. Nedvojbeno je da se promjena klime utječe na vodne resurse i njihovu raspoloživost [5].

2. UVID U DOSADAŠNJU PROMJENU KLIME U SVIJETU I HRVATSKOJ I UTJECAJ NA VODNE RESURSE

2.1. Trenutno stanje u svijetu i utjecaj na vodne resurse

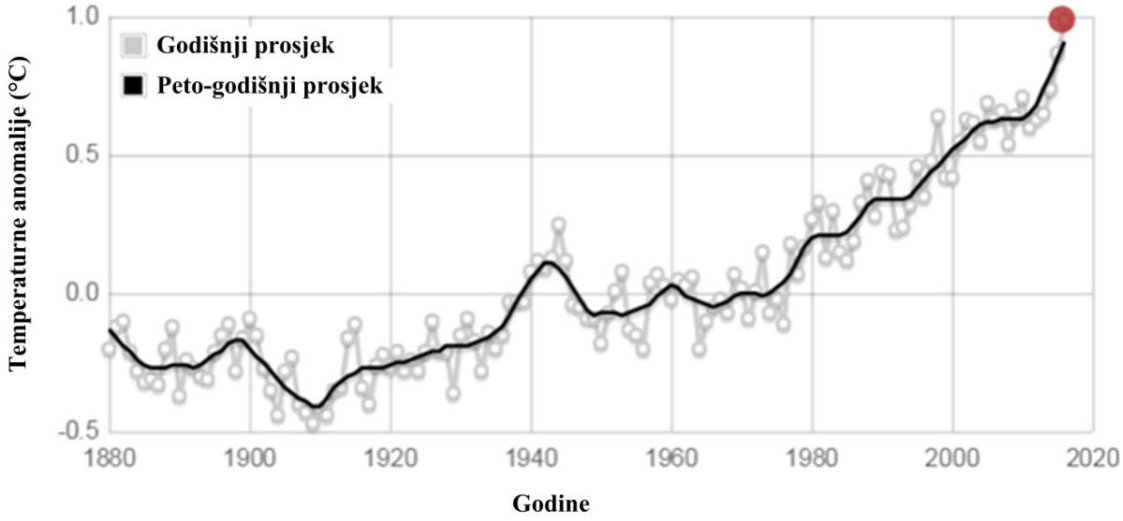
Većina znanstvenika slaže se sa činjenicom da efekt staklenika značajno utječe na klimatske promjene, a samim time i na izgled naše planete. Efekt staklenika vrlo je važan jer bez njega Zemlja ne bi bila pogodna za život ne samo ljudi, nego i ostalih živih i neživih bića. Prosječna temperatura zraka bila bi puno niža i kretala bi se oko -23 °C u odnosu od trenutnih 15 °C [6]. Efekt staklenika je prirodni proces koji pomaže zagrijavanju Zemljine površine i atmosfere jer su stakleni̇čki plinovi sposobni apsorbirati radijaciju koja se emitira sa Zemljine površine. Stakleni̇čki plinovi u atmosferi ponašaju se uglavnom kao umjetna atmosfera u stakleniku. Sunčeva svjetlost ulazi u Zemljinu atmosferu, prolazeći kroz sloj stakleni̇čkih plinova. Kako dolazi do Zemljine površine, tlo, voda i biosfera apsorbiraju Sunčevu energiju. Dio energije ponovno se reflektira u atmosferu, jedan dio te energije ostaje zarobljen u atmosferi zahvaljujući stakleni̇čkim plinovima, što uzrokuje zagrijavanje našeg planeta.

Ako se koncentracija stakleni̇čkih plinova poveća, efekt staklenika postaje intenzivniji, uzrokujući daljnje povećanje prosječnih globalnih temperatura zraka, što može imati daljnje posljedice na klimatske promjene. Princip djelovanja stakleni̇čkih plinova koji uzrokuje porast prosječne temperature prikazan je na Slici 1. [7].



Slika 1. Efekt staklenika

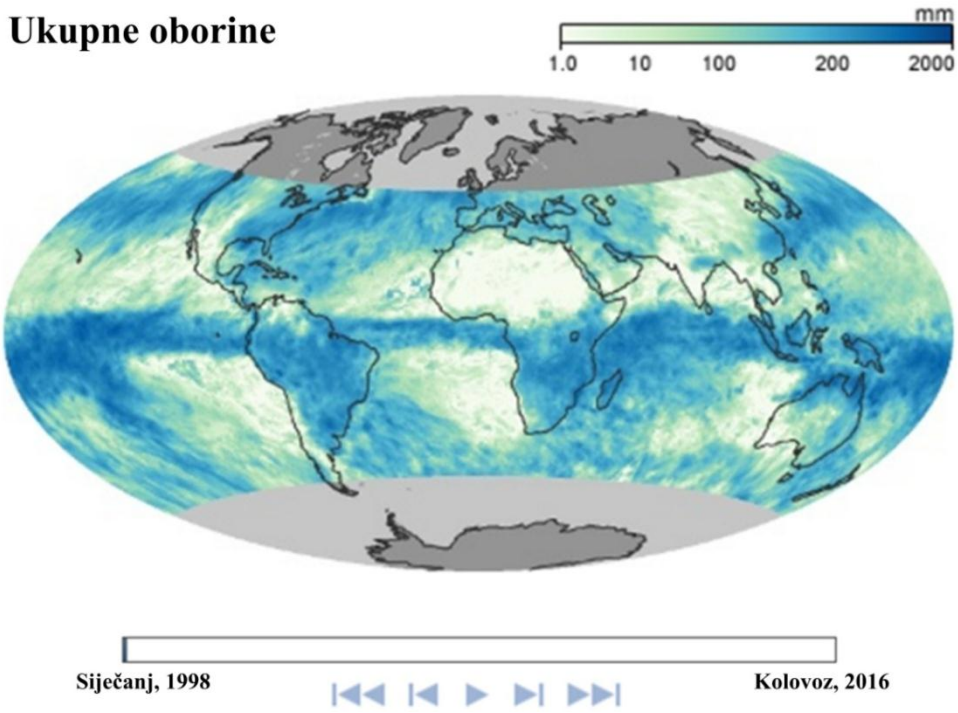
Antropogeni utjecaji, odnosno ljudska aktivnost (industrijalizacija, krčenje šuma, itd.), koja se manifestirala povećanjem količine ugljičnog dioksida (CO_2) u atmosferi, postali su najvećim dijelom odgovorni za globalno zagrijavanje tijekom proteklih 150 godina [8]. Prema [9], dobiven je prikaz promjene povećanja srednje globalne godišnje temperature zraka u periodu od 1880. do 2016. godine. Pri tome je povećanje proračunato s obzirom na srednju vrijednost unutar perioda od 1951. do 1980. godine, Slika 2. S obzirom na ovaj period od 136 godina, 16 od 17 najtoplijih godina pojavilo se od 2001. godine, s iznimkom za 1998. godinu. 2016. godina trenutno je godina s najvećom anomalijom, pri čemu je vidljiv trend povećanja temperature.



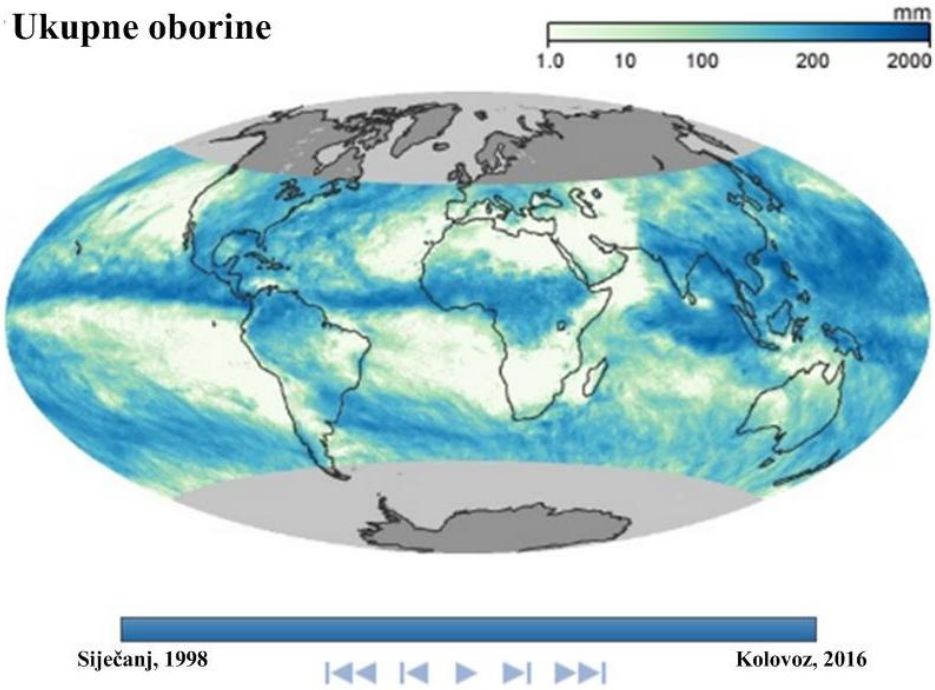
Slika 2. Prikaz izmjerenih anomalija godišnjih temperatura od 1880. do 2016. godine

Prema stogodišnjem nizu mjerenja (1906.–2005.) porast godišnje globalne temperature zraka, procijenjen iz linearnog trenda, iznosio je 0.74 °C. Posljednjih 50 godina tog razdoblja porast temperature bio je gotovo dvostruko veći nego u cijelom stogodišnjem razdoblju. Još većem porastu u posljednjih 25 godina pridonijela je činjenica da su najtoplije godine bile 1998. i 2005. Zatopljenje na Zemlji globalnog je karaktera, ali nije jednako na svim područjima [10].

Kiša, odnosno općenito oborine jedna su od ulaznih veličina u ciklusu kruženja vode na Zemlji, što u konačnici definira izvor pitke vode za biljke i životinje, što znači da su oborine neophodne za život na Zemlji. Oborine se razlikuju i mijenjaju ovisno o području i godišnjem dobu. NASA je svemirskim letjelicama uspjela zabilježiti ukupnu mjesečnu količinu oborina na Zemljinoj površini u razdoblju od siječnja 1998. do kolovoza 2016. godine, pri čemu su na slikama 3. i 4. prikazane vrijednosti za siječanj 1998. i kolovoz 2016. godine [11] radi zornijeg prikaza promjena količine oborina.



Slika 3. Prikaz količina oborina za siječanj 1998. godinu

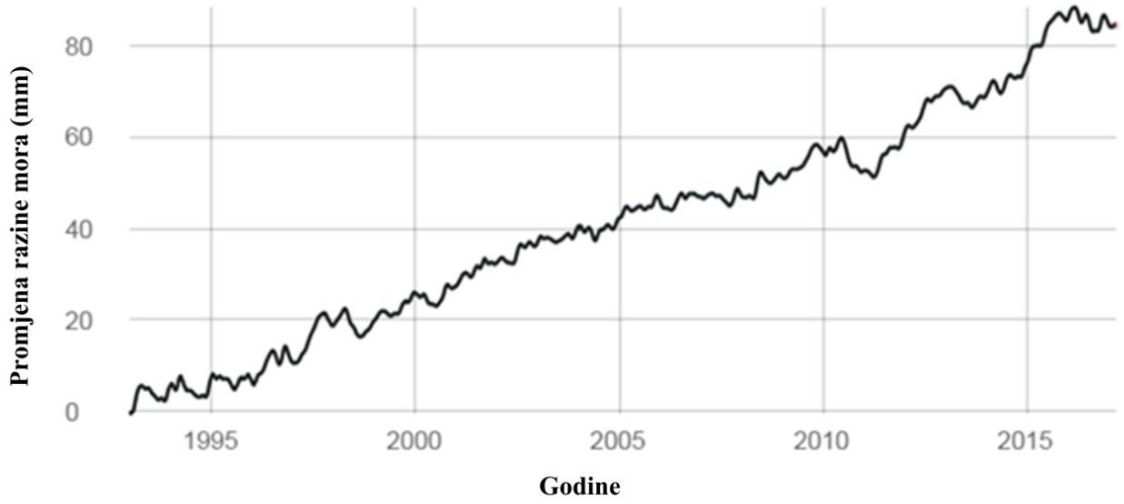


Slika 4. Prikaz količina oborina za kolovoz 2016. godinu

Najveća količina oborina prikazana je tamno plavom bojom, dok je najmanja količina oborina prikazana bijelom bojom. Oko dvije trećine područja na koja padnu najveće količine oborina nalazi se uz ili na području ekvatora. Na tom području prevladava

nekoliko mjeseci oborina te nakon toga slijedi nekoliko mjeseci suhog perioda, dakle radi se o sezonskom karakteru oborina.

Porast razine mora uzrokuju prvenstveno dva čimbenika povezana s globalnim zatopljenjem. To su dotok otopljenih voda iz ledenih ploča i ledenjaka te širenje morske vode tijekom zagrijavanja. U obzir je potrebno uzeti i dizanje odnosno spuštanje reljefa. Na slici 5. prikazane su promjene razine mora od 1993. godine sve do 2017. godine [9].



Slika 5. Promjena razine mora mjerena od 1993. godine

Brojni međunarodni sporazumi nastali su kako bi se klimatske promjene u što većoj mjeri pokušale ublažiti kontrolom emisije stakleničkih plinova. Na međunarodnoj i nacionalnoj razini potpisani su sljedeći sporazumi [12]:

1. *Okvirna Konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime*: jedna je od triju konvencija donesenih na sastanku u Rio de Janeiro-u 1992. godine. Glavni cilj je bio zajednički rad zemalja s ciljem ograničenja globalnog rasta temperature zraka i klimatskih promjena te kako se suočiti s njihovim učincima. Do danas ju je ratificiralo 195 zemalja [13].

2. *Kyotski protokol uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime*: sredinom 1999-ih potpisnice UNFCCC-a uvidjele su potrebe za strožim odredbama vezanim za smanjenjem emisija. Stoga su 1997. godine dogovorile

Kyotski protokol u kojem su pravno obvezujući ciljevi smanjenje emisija za razvijene države. Drugo obvezujuće razdoblje Kyotskog protokola započelo je 1. siječnja 2013. godine i završit će 2020. godine. U sporazumu sudjeluje 38 razvijenih zemalja svijeta, uključujući 28 država članica EU-a. Budući da Sjedinjene Američke Države nikada nisu potpisale Kyotski protokol te da se Kanada povukla prije isteka prvog obvezujućeg roka i da Rusija, Japan i Novi Zeland ne sudjeluju u drugom razdoblju, došlo je do velike manjkavosti tog protokola. Kyotski protokol trenutno primjenjuju zemlje koje proizvode otprilike 14% svjetskih emisija stakleničkih plinova. Međutim, više od 70 zemalja u razvoju i razvijenih zemalja prihvatilo je obvezu (ali bez ikakvih zakonskih, odnosno obvezujućih regulativa) na smanjenje i ograničavanje emisija stakleničkih plinova [12].

3. *Izmjene iz Dohe Kyotskog protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime*: izmjene se odnose na nove obveze preuzete od zemalja članica koje su prihvatile Dodatak 1 Kyotskom protokolu u drugom obvezujućem razdoblju (razdoblju promatranja), odnosno od 2013. do 2020. godine. Također je izmijenjen odnosno revidiran popis stakleničkih plinova s obzirom na prvi obvezujući period. Uz navedeno, izmijenjeni su pojedini zakoni Kyotskog protokola koji se odnose na taj period u svrhu bolje provedbe protokola u drugom obvezujućem razdoblju [14].

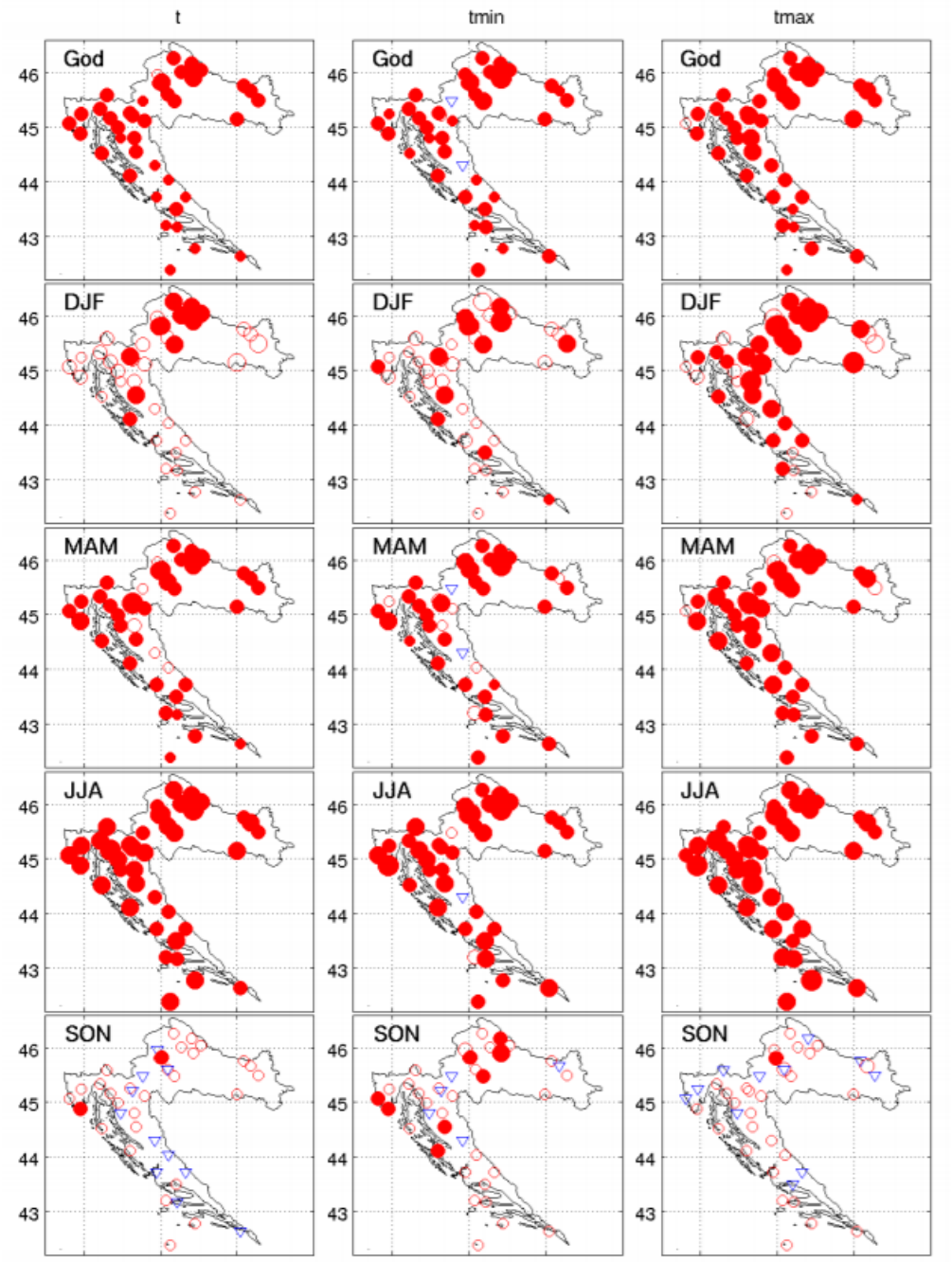
4. *Druga Konvencija o klimatskim promjenama u Parizu - novi globalni sporazum*; međunarodna konferencija u Parizu o promjeni klime održala se od 30. studenog do 11. prosinca 2015. godine. Predstavnici zemalja sudionica konferencija su 12. prosinca 2015. godine postigli novi globalni sporazum o klimatskim promjenama. Ishod sporazuma je uravnotežen i učinkovit plan djelovanja ograničenja globalnog zatopljenja na razini „znatno manjoj“ od 2 °C u odnosu na predindustrijsko razdoblje, kao i nastavak napora za ograničenje rasta temperature na 1.5 °C [12].

5. *Smjernice Europske unije 2020 i 2030*; Smjernica (mjera) 2020 je skup obvezujućih zakonskih mjera odnosno zakonskih propisa kako bi Europska unija osigurala ispunjavanje klimatskih i energetskih ciljeva do 2020. godine. Tri su ključna cilja za Smjernice 2020 – smanjenje 20 % emisije stakleničkih plinova, povećavanje korištenja energije iz obnovljivih izvora za 20 % te poboljšanje energetske učinkovitosti za 20 %, u odnosu na 1990. godinu. Klimatski i energetski ciljevi do 2030. godine postavljaju također tri ključna cilja - najmanje 40 % smanjenja emisija stakleničkih, povećavanje korištenja obnovljivih izvora energije za najmanje 27 % te poboljšanje energetske učinkovitosti za 27 %, u odnosu na 1990. godinu [15].

2.2. Trenutno stanje u Hrvatskoj i utjecaj na vodne resurse

U skladu sa Šestim nacionalnim izvješćem Republike Hrvatske prema okvirnoj konferenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime [16], prema Köppenovoj klasifikaciji za standardno razdoblje od 1961.−1990., najveći dio Hrvatske ima klimu razreda C, tj. umjereno toplu kišnu klimu. Srednja godišnja temperatura zraka u nizinskom području sjeverne Hrvatske je 10–12 °C, na visinama iznad 400 m niža je od 10 °C u najvišem gorju iznosi 3–4 °C te u priobalnom području iznosi 12–17 °C. Najmanje oborina u Hrvatskoj padne na otvorenom dijelu srednjeg Jadrana (Palagruža, 304 mm) te u istočnoj Slavoniji i Baranji (Osijek, 650 mm). U središnjoj Hrvatskoj godišnje količine oborina su između 800 i 1200 mm. Količina oborina u panonskom području opada od zapada prema istoku. Od obale prema unutrašnjosti količina oborina se povećava. Najviše oborina u Hrvatskoj padne duž primorskih padina i vrhova Dinarida (Risnjak, 3470 mm), od Gorskog kotara na sjeverozapadu do južnog Velebita na jugoistoku. Najvedriji dio Hrvatske s godišnjom naoblakom oko četiri desetine (4/10) neba je obalno područje od Dugog otoka do Prevlake. Otoci srednjeg i južnog Jadrana (Hvar, Vis, Korčula) imaju godišnje oko 2700 sunčanih sati. Većina kopnenih mjesta Hrvatske ima 1800–2000 sunčanih sati. Najveća godišnja naoblaka je u Gorskom kotaru (6−7 desetina), a trajanje sijanja Sunca je najmanje i iznosi oko 1700 sati godišnje [16].

Trendovi temperature zraka izračunati su za odstupanja temperature od srednjih vrijednosti iz razdoblja od 1961. do 1990. godine i izraženi su u °C po desetljeću, odnosno dekadno, Slika 6. [17].

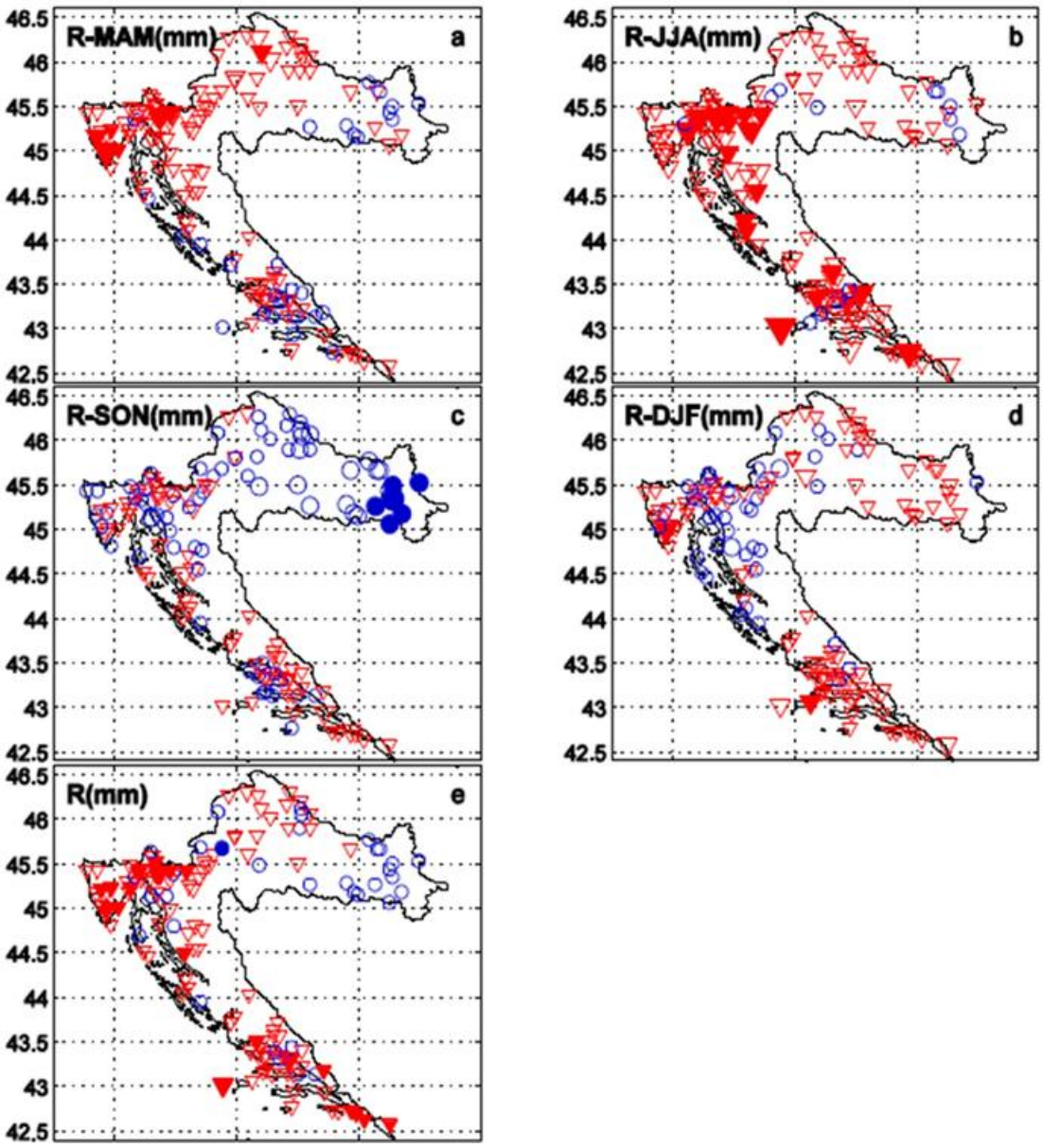


Slika 6. Dekadni trendovi u razdoblju 1961- 2010. godine

Srednje temperature zraka za godinu označavaju se oznakom t, srednje minimalne t_{min} i srednje maksimalne t_{max}. Oznake za godišnja doba su: DJF-zima, MAM-proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen. Krugovi označavaju pozitivne trendove, trokuti negativne, dok popunjeni znakovi označavaju statistički značajan trend. Četiri veličine znakova su

proporcionalne promjeni temperature u °C na desetljeće u odnosu na odgovarajuću srednju vrijednost iz razdoblja od 1961 do 1990: <5%, 5-10%, 10-15% i >15%. S obzirom na 50-godišnje razdoblje od 1961. do 2010. godine, trendovi srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne temperature zraka pokazuju zatopljenje u cijeloj Hrvatskoj. Trendovi godišnje temperature zraka su pozitivni i značajni, a promjene su veće u kontinentalnom dijelu zemlje u odnosu na obali i u dalmatinskoj unutrašnjosti.

Trendovi godišnjih i sezonskih količina oborina daju opći pregled vremenskih promjena količine oborina u cijeloj Republici Hrvatskoj. Tijekom 50-godišnjeg razdoblja od 1961.-2010. godine, godišnje količine oborine (R) pokazuju prevladavajuće neznačajne trendove, procijenjene statističkim metodama za određivanje značajnosti, koji su pozitivni u istočnim ravničarskim krajevima i negativni u ostalim područjima Hrvatske, Slika 7.



Slika 7. Dekadni trendovi sezonskih i godišnjih količina oborina u razdoblju 1961.-2010. godine

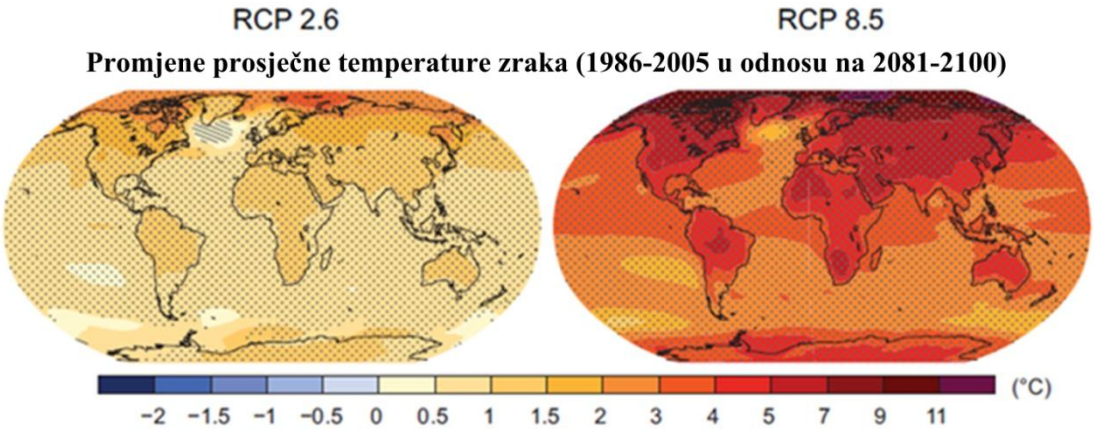
Dekadni trendovi, izraženi u postocima nadeset godina (%/10 god) sezonskih i godišnjih količina oborina označeni su oznakama: proljeće – RMAM, ljeto – R-JJA, jesen – R-SON, zima – R-DJF i godina R u razdoblju od 1961. do 2010. godine. Krugovi označavaju pozitivne trendove, trokuti negativne, dok popunjeni znakovi označavaju statistički značajan trend.

3. PREDVIĐENE PROMJENE KLIME I UTJECAJ NA VODNE RESURSE U SVIJETU I HRVATSKOJ

3.1. Predviđene promjene klime u svijetu i utjecaj na vodne resurse

Kako bi se mogli predvidjeti utjecaji promjene klime u budućnosti, potrebno je definirati buduće emisije ugljičnog dioksida (CO_2) i drugih stakleničkih plinova u atmosferu. U Posebnom izvješću o emisijskim scenarijima IPCC-a (*Intergovernmental Panel on ClimateChange*; Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama) predviđene su globalne promjene temperature zraka s obzirom na definirane scenarije emisija stakleničkih plinova (RCP- *Representative Concentration Pathways*), uzimajući u obzir pretpostavke o budućem demografskom, socijalnom, gospodarskom i tehnološkom razvoju na globalnoj razini, Slika 8. [18 - 19].

Scenariji se koriste za modeliranje i istraživanje, odnosno predviđanje klimatskih promjena. Određena su četiri scenarija predviđanja klime u budućnosti, ovisno o količini emisija stakleničkih plinova u budućem razdoblju. Prema tome, RCP se dijeli na RCP2.6, RCP4.5, RCP6 i RCP8.5, pri čemu su scenariji nazive dobili po mogućim vrijednostima zračenja topline do 2100. godine u odnosu na predindustrijske vrijednosti (+2.6, +4.5, +6.0 i +8.5 W/m^2)

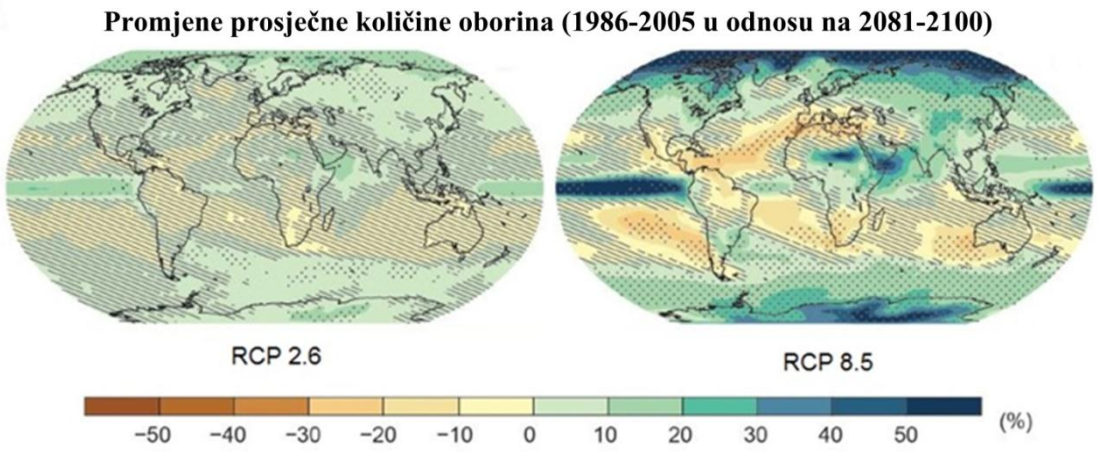


Slika 8. Globalna promjena prosječne temperature zraka

Temperatura zraka na površini Zemlje do kraja 21. stoljeća nastaviti će se povećavati, pri čemu intenzitet povećanja ovisi o količini proizvedenog CO_2 u budućnosti. Promjena

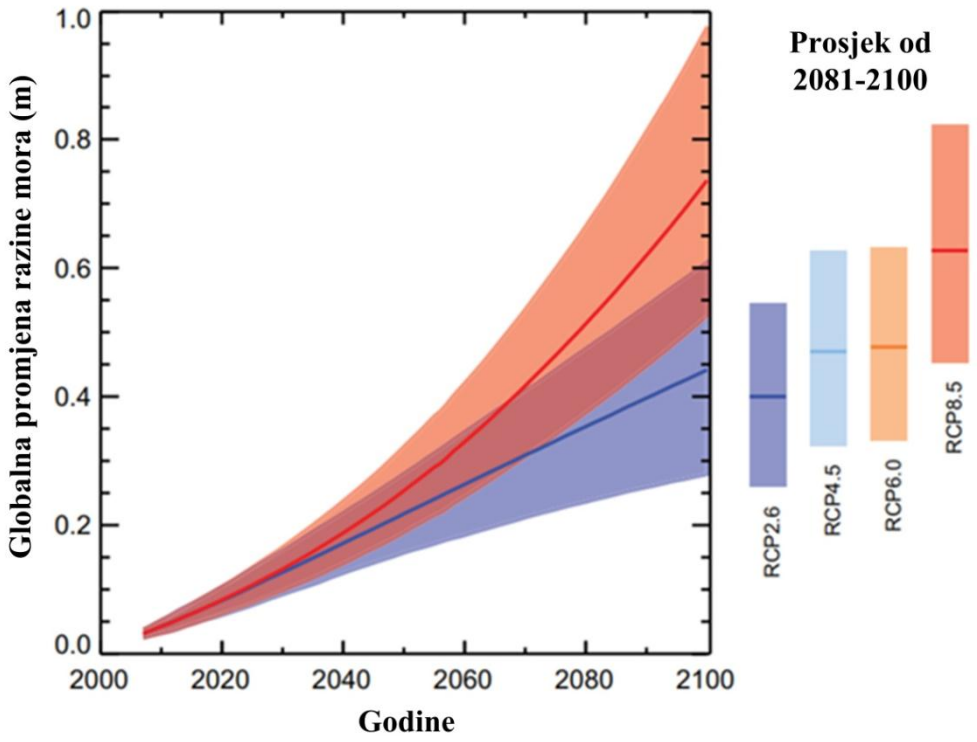
globalne površinske temperature za kraj 21. stoljeća vjerojatno će prelaziti vrijednost od 1.5 °C u odnosu na razdoblje od 1850. do 1900. godine za sve RCP scenarije osim RCP2.6. Za scenarije RCP6.0 i RCP8.5 promjena temperature zraka biti će iznad 2 °C, dok je velika vjerojatnost da scenarij RCP4.5 neće prelaziti 2 °C. Zagrijavanje će se nastaviti i nakon 2100. godine u svim scenarijima, osim RCP2.6 [19].

Predviđene promjene količine oborina variraju od regije do regije, Slika 9. Pod scenarijem RCP8.5, u područjima uz Sjeverni i Južni pol te vlažna područja iznad i ispod ekvatora vjerojatno će se krajem ovog stoljeća dogoditi povećanja srednjih godišnjih količina oborina. Prema istom scenariju, u subtropskom suhom području i suhom području iznad i ispod ekvatora dogodit će se smanjenje srednjih godišnjih količina oborina [19].



Slika 9. Globalna promjena količine oborina

Porast globalne razine mora odrazit će se u svim predviđenim RCP scenarijima. Stalnom povećavanju razine mora pridodaje se činjenica topljenja ledenjaka i ledenih površina, Slika 10.



Slika 10. Globalna promjena razine mora

Globalni porast razine mora za razdoblje od 2081. do 2100. godine u odnosu na razdoblje od 1986. do 2005. godine vjerojatno će biti u rasponu od 0,26 m do 0,55 m za RCP 2.6 scenarij, za RCP 4.5 od 0,32 m do 0,63 m, za RCP 6.0 od 0,33 m do 0,63 m i za RCP 8.5 od 0,52 m do 0,98 m te predviđenim godišnjim rasponom porasta od 8 mm do 16 mm za razdoblje od 2081. do 2100. godine. Vertikalni stupci s desne strane slike 10. predstavljaju predviđeni raspon srednje vrijednosti porasta razine mora, pri čemu su horizontalne linije medijani.

3.1.1. Stanje u Europi

Prema *Petom izvješću o proceni* [19], u budućnosti se očekuje povećanje razlika raspoloživosti vodnih resursa, uspoređujući područja sjeverne i južne Europe. U južnoj Europi, sadržaj vlage u tlu će opadati, što će uvelike ovisiti o količini oborina u proljetnom i zimskom periodu vremena odnosno količini snijega i intenzitetu njegovog topljenja. Na području Sjeverne i kontinentalne Europe, povećati će se broj i intenzitet poplava, što je izravno povezano s agronomijom i poljoprivredom. Obnavljanje vodonosnika biti će smanjeno, a također će doći do smanjenja razine podzemne vode

odnosno do spuštanja vodnog lica, što će naročito biti izraženo u područjima Južne Italije, Španjolske, sjeverne Francuske i Belgije. Vodonosnici u Engleskoj i Švicarskoj neće biti pod takvim utjecajima. Manje količine oborina u ljeti, a veće u zimi uzrokovati će povećanje ispiranja nitrata, usprkos svim ograničenjima korištenja takvih vrsta gnojiva. Koncentracije nitrata u podzemnoj vodi naročito će se povećati u slivu rijeke Seine u Francuskoj. Upravo zbog smanjenja količina oborina u ljeti, tijekom najvećih potreba za navodnjavanjem, povećati će se potrebe za vodom, što može uzrokovati probleme u poljoprivredi i agronomiji, naročito u mediteranskim područjima, upravo zbog navedenih predviđenih smanjenja oborina i obnavljanja vodonosnika. Dizanje razine mora također može uzrokovati zaslanjenje priobalnih i otočnih vodnih resursa.

3.1.2. Stanje u Sjevernoj i Južnoj Americi

U aridnim i poluaridnim zapadnim područjima SAD-a i Kanade, kao i u većem području Meksika, izuzevši južna tropska područja, vodni resursi biti će značajno izloženi klimatskim promjenama odnosno suši, što će rezultirati smanjenjem količine raspoložive vode. Uz sušu, pojaviti će se zaslanjenje površinskih i podzemnih vodnih resursa te onečišćenja površinskih vodnih resursa. U jugozapadnim i jugoistočnim dijelovima SAD-a, navodnjavanje će naročito biti izloženo klimatskim promjenama s obzirom na rastuće potrebe za vodom od strane stanovništva i industrije. U Meksiku će doći do prekomjernog crpljenja podzemne vode. Intenziteti poplava biti će veći, kao i njihova trajanja. Karakteristika područja Sjeverne Amerike biti će pogoršanje kakvoće vode u velikim jezerima zbog povećanja temperature, kao i zbog povećanja šumskih požara, što će naročito imati utjecaj u riječnim slivovima. Uz navedeno, doći će do smanjenja proizvodnje električne energije u hidroelektranama. S druge strane, niske temperature također mogu uzrokovati isti problem zbog smrzavanja vode u rijekama [19].

Za područje Južne Amerike, za slivove velikih rijeka Amazone i La Plate nisu predviđena smanjenja protoka; štoviše, predviđaju se i povećanja protoka. U području središnje (centralne) Amerike predviđaju se smanjenja protoka (Lempa na području Salvadora), što može negativno utjecati na hidroenergetski potencijal. Topljenje ledenjaka na području južnih (tropskih) Anda u prvoj fazi povećati će protok odnosno raspoloživu količinu vode, dok u drugoj fazi može doći do smanjenja, a u krajnjem

slučaju i do izostanka dotoka vode u rijeke iz ledenjaka. Slična situacija je i na području Čile-a na rijeci Limari. Na području Brazila očekuje se smanjenje oborina i povećanje evapotranspiracije zbog povećanja temperature, što će svakako negativno djeluje na raspoložive količine vode za stanovništvo, kao i za navodnjavanje [19].

3.1.3. Stanje u Aziji

Veliki broj stanovništva, industrija te snažna ovisnost poljoprivrede o vodnim resursima, kao i činjenica da je Azija prožeta različitim klimatskim zonama odnosno sezonskim promjenama podrazumijevaju velike rizike i odstupanja klimatskih parametara, a samim time i nesigurnost raspoloživosti vodnih resursa. Tako u tropskoj Aziji na slivu rijeke ChaoPhraya u Tajlandu postoji mogućnost smanjenja protoka, u Indiji na slivu rijeke Mahanadi postoji mogućnost povećanja poplava i smanjenja protoka, dok na slivu rijeke Ganges postoji mogućnost povećanja protoka, povećanja oborina, ali i povećanja potreba za vodom zbog rasta stanovništva. U sjevernoj Aziji (Kina i ruski dio Azije, kao i sjeverni dio Japana) postoji mogućnost za smanjenjem raspoživihvodnih resursa. Tako u Kini postoji mogućnost smanjenja raspoložive vode za navodnjavanje i industrijske potrebe te potrebe stanovništva, no u pojedinim dijelovima Kine očekuje se povećanje oborina. U Japanu se predviđa povećanje protoka rijeka u veljači i smanjenje u svibnju te povećanje oborina u zimi uz smanjenje intenziteta topljenja snijega u proljeće. U središnjem dijelu Azije (Uzbekistan, Kazahstan, Turkmenistan) i okolnim dijelovima unutar te regije, očekuje se smanjenje količina oborina uz povećanje temperature. Ovo je naročito problematično u Uzbekistanu, gdje je 90 % privrede zasnovano na poljoprivredi koja koristi vodne resurse iz sliva rijeke AmuDaryaza potrebe navodnjavanja [19].

3.1.4. Stanje u Australiji i Oceaniji

Ovo područje će zbog klimatskih promjena biti izloženo požarima, sušama i poplavama. Smanjenje količine oborina, kao i povećanje temperature ne bi smjele uzrokovati velike probleme s vodnim resursima u usporedbi sa ostalim kontinentima, budući da je većina zemalja ovog područja ekonomski i politički stabilna te može podnijeti gospodarske probleme koje zemlje u ostalim dijelovima svijeta ne bi mogle podnijeti [19].

3.1.5. Stanje u Africi

Afrika će imati najviše problema zbog klimatskih promjena u odnosu na ostale kontinente. Razlog tomu su klimatske i reljefne karakteristike samog područja, kao i politička i ekonomska nestabilnost većine zemalja te njihova slaba razvijenost. Uz navedeno, temperature u Africi rasti će većim intenzitetom u odnosu na predviđene trendove rasta globalne temperature. Količine oborina će se smanjiti, osim u područjima oko ekvatora, gdje bi trebalo doći do povećanja količina oborina. Budući da su ta područja u pravilu prašumska, odnosno većim dijelom prekrivena džunglom, krajnji je zaključak da će klimatske promjene djelovati negativno na ovaj kontinent [19].

3.1.6. Stanje na Arktiku i Antarktiku

Veliki problem ne samo u budućem razdoblju već i sada predstavlja topljenje ledenjaka na ovim područjima, što može dovesti do dizanja razine svjetskih oceana i mora. Navedeno ima daleko opasniji i dugotrajniji učinak na ostale kontinente u odnosu na probleme koji mogu nastati na ovom području [19].

3.2. Predviđene promjene klime u Hrvatskoj i utjecaj na vodne resurse

Prilikom predviđanja promjene klime, a samim time i procjene ranjivosti u Republici Hrvatskoj potrebno je prije svega poznavati trenutne klimatske promjene na Zemlji, ali i previđanja za budućnost pod različitim scenarijima klimatskih promjena. Broj studija i klimatskih modela koji se posebno odnose na Republiku Hrvatsku vrlo je malen i ograničen. Budući da klimatski modeli imaju svoje prednosti i nedostatke i nisu posve pouzdani, ne možemo očekivati sigurno predviđanje promjene klime u budućnosti. Buduće klimatske promjene prikazane su pomoću dva osnovna meteorološka parametra, a to su srednja dnevna temperatura zraka (°C) na visini od 2 m (*T2m*) i količina oborina (*R*), izražena u %. Predviđanja za područje Hrvatske dobivena su dinamičkom prilagodbom regionalnog klimatskog modela RegCM, kojim raspolaže Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) u skladu sa IPCC scenarijem A2 i dinamičkoj prilagodbi raznih regionalnih klimatskih modela iz europskog projekta ENSEMBLES po IPCC scenariju A1B [17].

Klimatske promjene za temperaturu zraka i količinu oborine u DHMZ RegCM simulacijama analizirane su iz razlika sezonskih srednjih vrijednosti dobivenih iz dvaju razdoblja:

1. Razdoblje od 1961. do 1990. godine predstavlja klimu 20. stoljeća, nazvanu „sadašnja“ klima. Definirano razdoblje označava se oznakom P0 koji predstavlja standardno 30-godišnje klimatsko razdoblje prema smjernicama Svjetske meteorološke organizacije (WMO).

2. Razdoblje od 2011. do 2040. godine predstavlja klimu 21. stoljeća, nazvanu „buduća“ klima te se označava oznakom P1.

Klimatske promjene prema ENSEMBLES simulacijama podijeljenesuu četiri razdoblja:

1. Razdoblje od 1961. do 1990. godine. Podudara se sa analiziranim razdobljem iz DHMZ Reg simulacije i predstavlja “sadašnju“ klimu. Regionalni klimatski modeli forsirani su sa globalnim klimatskim modelima i mjerenim koncentracijama plinova staklenika.

2. Razdoblje od 2011. do 2040. godine. Predstavlja klimu „budućnosti“, odnosno klimu 21. stoljeća. Oznaka za definirano razdoblje je P1.

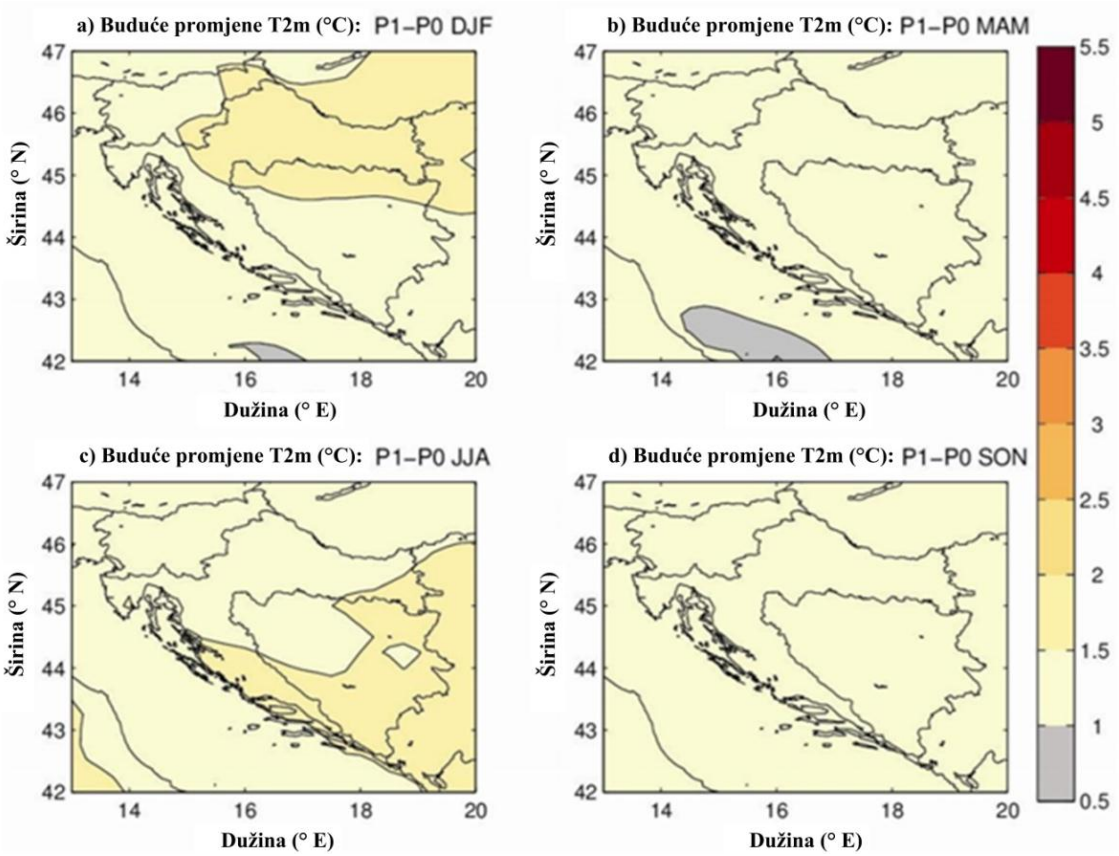
3. Razdoblje od 2041. do 2070. godine također predstavlja klimu 21. stoljeća i označeno je s oznakom P2.

4. Razdoblje od 2071. do 2099. godine predstavlja zadnje analizirano razdoblje u 21. stoljeću te ima oznaku P3.

Promjena klime u tri buduća razdoblja izračunata je kao razlika 30-godišnjih srednjih vrijednosti P1-P0, P2-P0 i P3-P0, a promatraju se razlike između srednjih vrijednosti svih modela. U svakom razdoblju radi se usrednjavanje po svim modelima, a zatim se analizira razlika između pojedinih razdoblja. U modelu ENSEMBLES je u razdobljima P2 i P3 na raspolaganju bio manji broj simulacija odnosno modela s obzirom na P1, tako da pripadne srednje vrijednosti za P0 sadržavaju samo one modele koji uključuju razdoblja P2 i P3.

Prema DHMZ-ovoj simulaciji, najveće promjene srednje temperature zraka očekuju se ljeti kada bi temperatura mogla porasti oko 0.8°C u Slavoniji, središnjoj Hrvatskoj, Istri i duž unutrašnjeg dijela jadranske obale te na srednjem i južnom Jadranu. Najveća promjena, oko 1°C očekuje se na obali i otocima sjevernog Jadrana. U jesenskom periodu, očekivana promjena temperature zraka iznosi također oko 0.8 °C, a zimi i u proljeće od 0.2 °C do 0.4 °C.

Simulacije modela ENSEMBLES za prvo 30-godišnje razdoblje (P1) ukazuju na porast srednje dnevne temperature u svim sezonama, uglavnom između 1 °C i 1.5 °C. Nešto veći porast, između 1.5 °C i 2 °C, moguć je u istočnoj i središnjoj Hrvatskoj zimi te u središnjoj i južnoj Dalmaciji tijekom ljeta. Na srednjoj mjesečnoj vremenskoj skali moguć je pad temperature za -0.5 °C i to prvenstveno kao posljedica varijabilnosti proračunate temperature unutar klimatskog modela, Slika 11.

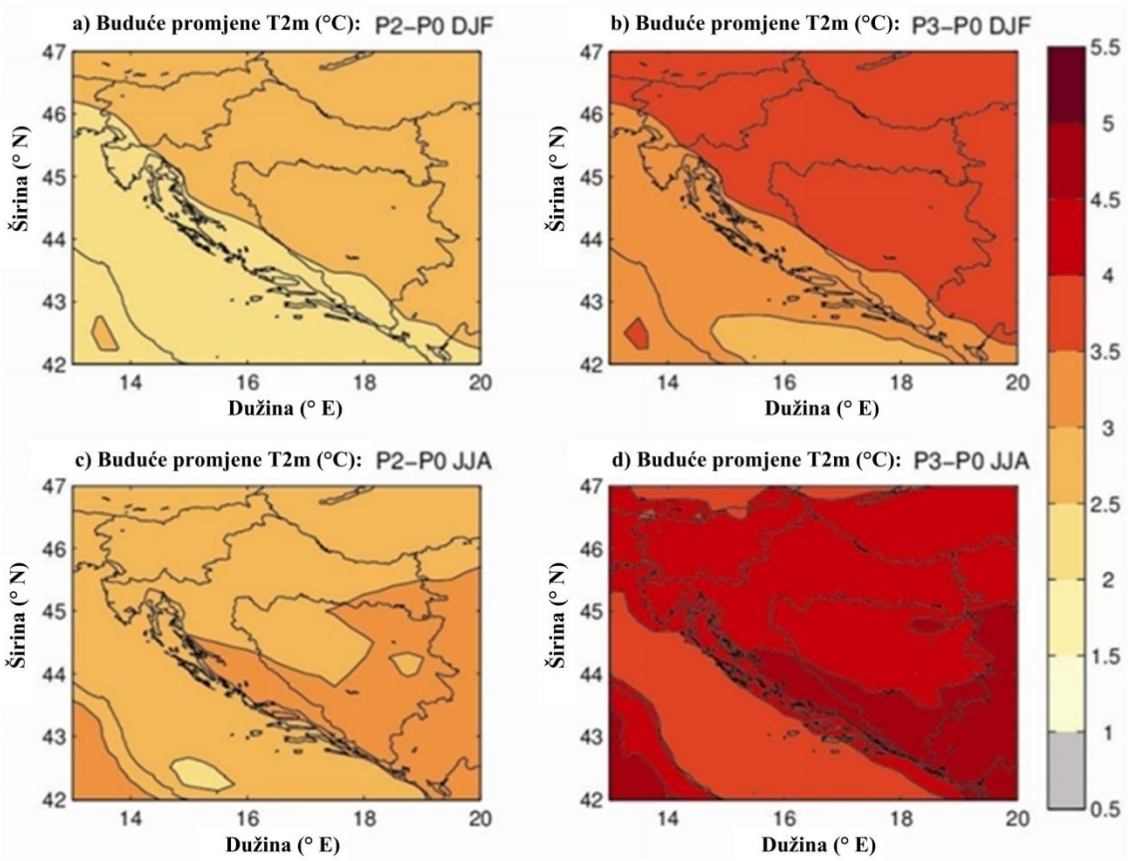


Slika 11. Prikaz promjena srednjih vrijednosti dnevne temperature između perioda P1 i P0 za Hrvatsku [17]

Relativna razlika srednjih vrijednosti srednjih vrijednosti dnevne temperature *T2m* između razdoblja P1 i P0 ima oznaku a) zima DJF, b) proljeće MAM, c) ljeto JJA i d) jesen SON.

Za razdoblje oko sredine 21. stoljeća (P2), projiciran je porast temperature između 2.5 °C i 3 °C u kontinentalnoj Hrvatskoj te nešto blaži porast u obalnom području tijekom zime. Ljeti je porast u središnjoj i južnoj Dalmaciji između 3 °C i 3.5 °C te nešto blaži porast između 2.5 °C i 3 °C u ostalim dijelovima Hrvatske, Slika 12.

U ostala dva godišnja doba (proljeće i jesen), porast temperature prostorno je ujednačen kao i u projekcijama za prvi dio 21. stoljeća te iznosi između 2 °C i 2.5 °C. Projekcije za kraj 21. stoljeća odnosno razdoblje P3 upućuju na mogući izrazito visok porast temperature te na veće razlike u proljeće i jesen u odnosu na projicirane promjene u ranijim razdobljima 21. stoljeća. U kontinentalnoj Hrvatskoj, projicirani porast temperature u zimskom periodu je od 3.5 °C do 4 °C te je predviđen nešto blaži porast u obalnom području, koji iznosi između 3 °C i 3.5 °C. Ljetni, vrlo izražen, projicirani porast temperatureu južnoj i središnjoj Dalmaciji iznosi između 4.5 °C i 5 °C, a u ostalim dijelovima Hrvatske između 4 °C i 4.5 °C, Slika 12. [17]



Slika 12.Prikaz budućih promjena srednjih vrijednosti dnevne temperature između perioda P2-P0 i P3-P0 za Hrvatsku

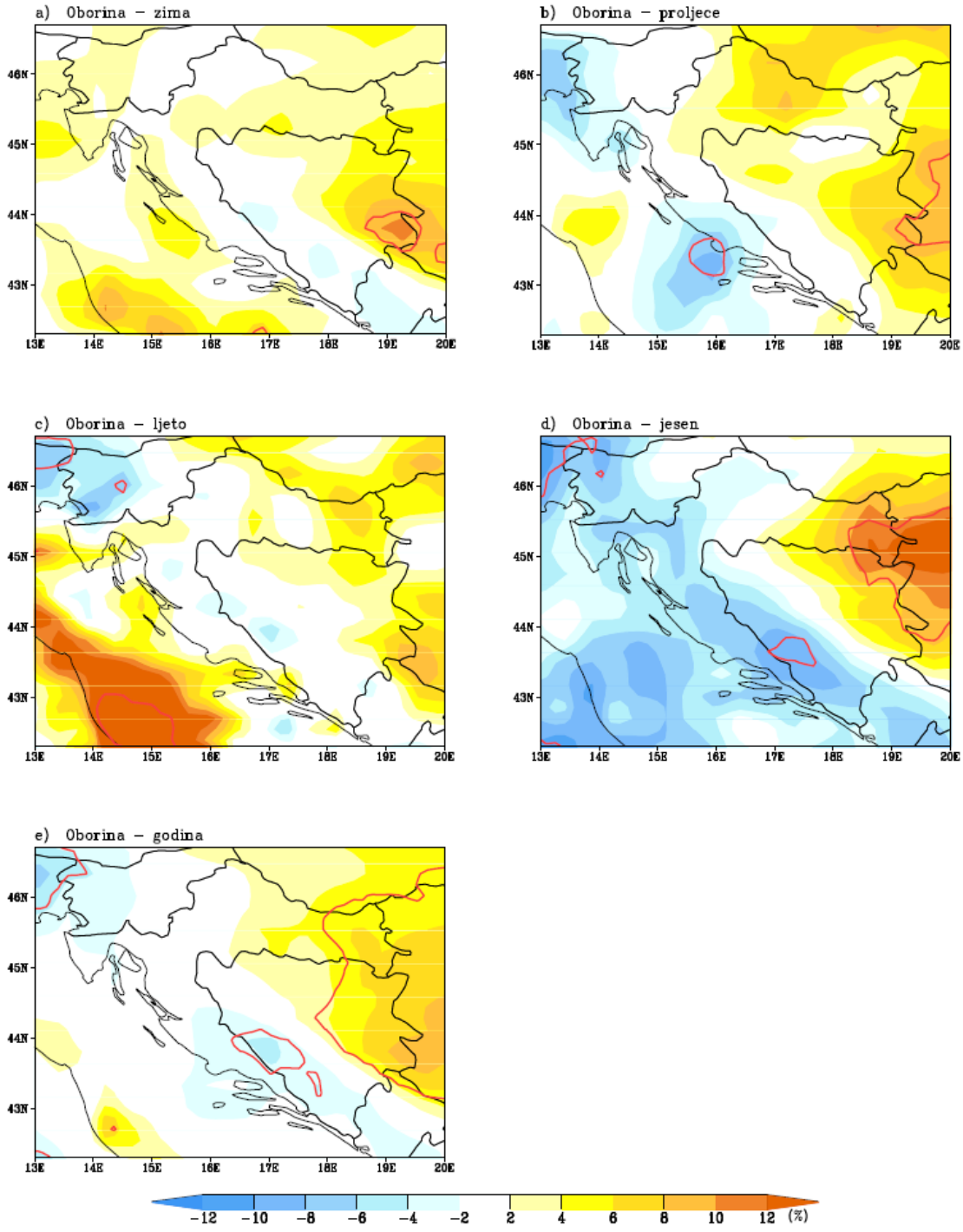
Na srednjoj mjesečnoj skali mogući su porasti temperature u obalnom području ljeti i veći od 5 °C. Porasti temperature u ostala dva godišnja doba (proljeće i jesen) su prostorno ujednačeni na cijelom području Hrvatske. Projekcije za P3 upućuju na porast

između 3 °C i 3.5 °C tijekom proljeća te između 3.5 °C i 4 °C tijekom jeseni. Više od dvije trećine modela poklapa se sa smjerom projiciranih promjena te iznosom porasta od barem 0.5 °C u svim sezonama i tijekom 21. stoljeću.

Navedene promjene, odnosno povećanja temperature prema svim projekcijama (P1, P2 i P3) djelovati će nepovoljno na vodne resurse, odnosno na ljudsku aktivnost. Povećati će se potrebe za vodom od strane stanovništva, kao i za potrebe navodnjavanja. Budući da je evapotranspiracija povezana s temperaturom, nestašiće vode će se povećavati, što uz negativni utjecaj na poljoprivredu može dovesti i do poremećaja u ciklusu kruženja vode, odnosno do sporijeg obnavljanja vodonosnika i vodotoka.

Najveće promjene u sezonskoj količini oborina u bližoj budućnosti u razdoblju P1 projicirane su za jesen kada se u većem dijelu Hrvatske može očekivati smanjenje oborine uglavnom između 2 % i 8 %. Međutim, na području Slavonije količina oborina povećati će se između 2 % i 12 %, a na krajnjem istoku predviđeno povećanje iznosi i više od 12 % i statistički je značajno. U ostalim sezonama model projicira povećanje oborine (2 %-8 %) osim u proljeće na Jadranu gdje se na području Istre i Kvarnera te srednjeg Jadrana može očekivati smanjenje količine oborina od 2 % do 10 %, Slika 13. [17].

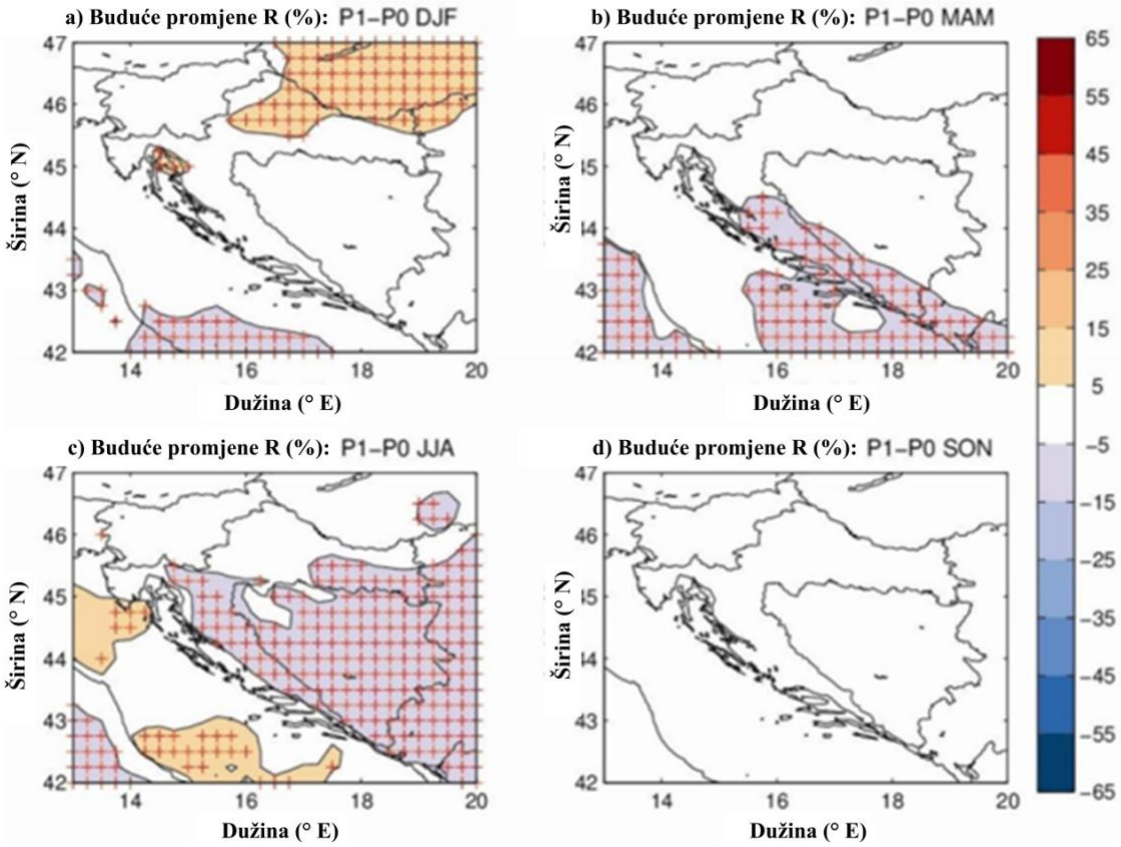
Ove promjene, osobito zimi i u ljeto, nisu prostorno rasprostranjene i manjeg su iznosa nego u jesen te nisu statistički značajne. Smanjenje oborina na Jadranu u jesen i proljeće odražava se na promjene oborina na godišnjoj razini – na dijelovima sjevernog i srednjeg Jadrana u bližoj budućnosti može se očekivati 2-4 % manje količine oborina. U istočnom dijelu kontinentalne Hrvatske, model daje povećanje godišnje količine oborine između 2 % i 6 %, koje je u istočnoj Slavoniji statistički značajno, Slika 13.



Slika 13. Buduće promjene sezonske i godišnje količine oborine u razdoblju P1 u odnosu na P0 na području Republike Hrvatske

U prvom dijelu 21. stoljeća, projicirani porast količine oborina zimi iznosi između 5 % i 15 % u dijelovima sjeverozapadne Hrvatske te na Kvarneru. Za ljeto u istom periodu

projicirano je smanjenje količine oborina u velikom dijelu dalmatinskog zaleđa i gorske Hrvatske u iznosu od -5 % do -15 %. Smanjenje oborine u istom iznosu projicirano je za južnu Hrvatsku tijekom proljeća, dok su tijekom jeseni sve projicirane promjene unutar intervala -5 % i +5 %. U obalnim i otočnim lokacijama projicirane klimatske promjene prostorno i vremenski su vrlo promjenjive i rijetko statistički značajne na srednjoj mjesečnoj razini, Slika 14. [17].

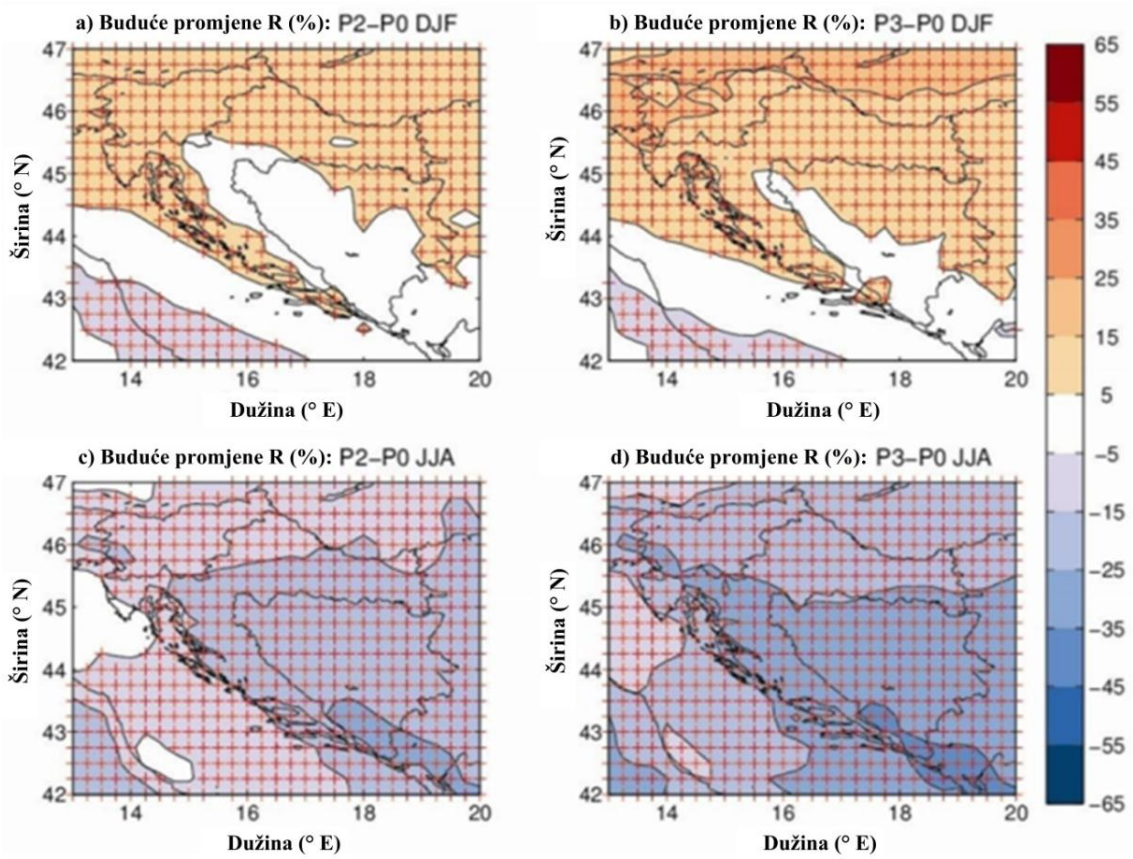


Slika 14. Relativna razlika srednjih vrijednosti za ukupnu količinu oborina između razdoblja P1 i P0

Relativna razlika srednjih vrijednosti za ukupnu količinu oborina *R* između razdoblja P1 i P0 ima oznaku a) zima DJF, b) proljeće MAM, c) ljeto JJA i d) jesen SON. S oznakom "+" označene su točke u kojima dvije trećine modela daje isti predznak promjene kao srednja vrijednost skupa svih modela te je relativna razlika srednjih vrijednosti skupa izvan intervala ±5 %.

Prema projekciji P1, u određenim periodima godine doći će do smanjenja, ali i do povećanja količina oborina, tako da se ovo razdoblje može smatrati "prijelaznim" razdobljem, budući da nema značajnih povećanja odnosno smanjenja količina oborina, za razliku od perioda P2 i P3. Za razdoblje oko sredine 21. stoljeća (P2) projicirane su umjerene promjene oborine za znatno veći dio Hrvatske u odnosu na prvo 30-godišnje razdoblje, osobito za zimu i ljeto. Međutim, projicirani zimski porast količine oborina između 5 % i 15 % ne premašuje iznose iz razdoblja P1. Osjetnije smanjenje oborina između -15 % i -25 %, očekuje se tijekom ljeta gotovo na cijelom području Hrvatske s izuzetkom krajnjeg sjevera i zapada gdje bi smanjenje bilo između -5 % i -15 %. U proljeće je projicirano smanjenje oborine u čitavom obalnom području i zaleđu između -15 % i -5 % , dok je za jesen projiciran porast oborine od 5 % do 15 % u skoro cijeloj središnjoj i istočnoj nizinskoj Hrvatskoj. Iako na srednjoj mjesečnoj razini lokalno može i dalje biti prisutna zamjetna promjenjivost u projiciranom signalu klimatskih promjena, sve navedene promjene su prisutne u barem dvije trećine modela, Slika 15.

I u zadnjem, 30-godišnjem razdoblju 21. stoljeća (P3), promjene u sezonskim količinama oborine zahvaćaju veće dijelove Hrvatske. Kao i u P2, tijekom zime projiciran je porast količine oborina između 5 % i 15 % na gotovo cijelo području Hrvatsk, osim na krajnjem jugu. Dakle, ENSEMBLES modeli ne predviđaju značajnije razlike u porastu oborina zimi između razdoblja P2 i P3. Međutim, projekcije za ljeto u razdoblju P3, ukazuju na veće smanjenje oborina nego u razdoblju P2. Tako, u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj i Istri projicirano smanjenje oborine bilo bi od -15 % do -25 %, a u gorskoj Hrvatskoj te u većem dijelu Primorja i zaleđa između -25 % do -35 %. U nekim modelima su prikazane projekcije još izraženijeg smanjenja ljetne količine oborine i to oko -60 %. Smanjenje oborine u iznosu od -5 % do -15 % u priobalnom području i zaleđu projicirano je i za proljeće i jesen. Kao i za prethodno razdoblje, promjene su prisutne u barem dvije trećine modela, Slika 15. [17].

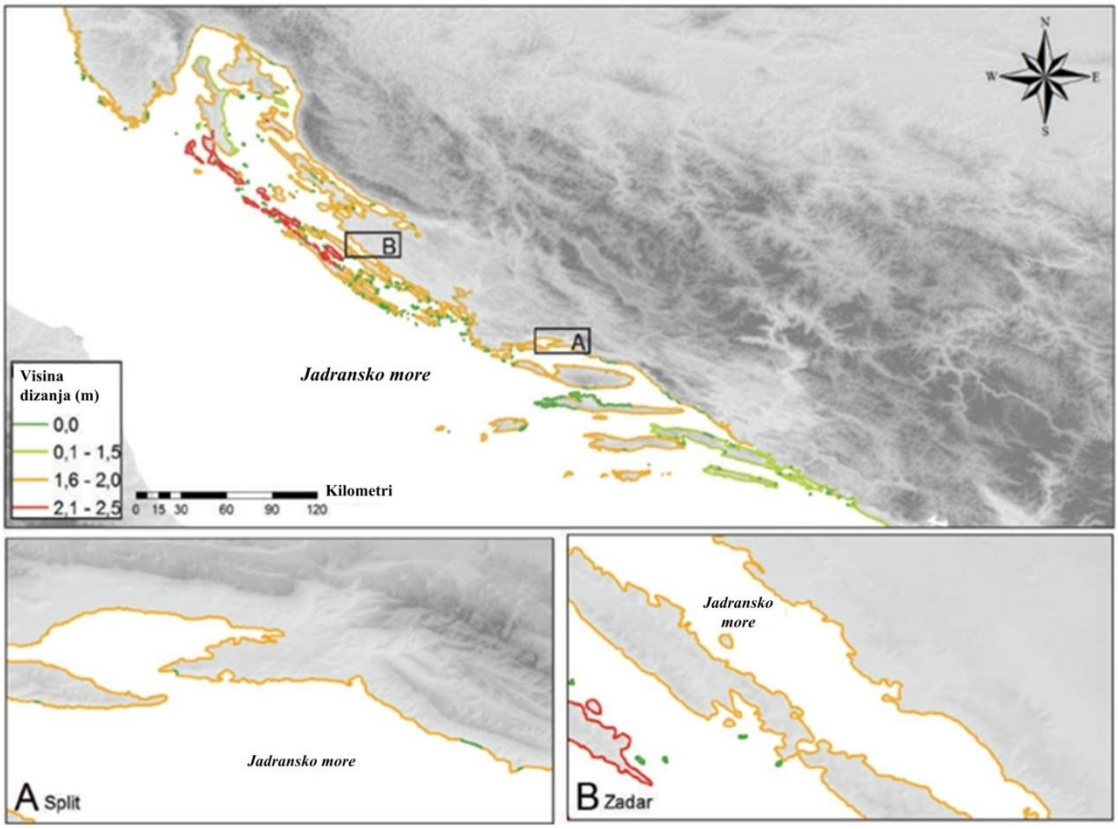


Slika 15. Relativna razlika srednjih vrijednosti za ukupnu količinu oborina između razdoblja P2-P0 i P3-P0

Kod ovih dviju projekcija (P2 i P3), dolazi do značajnijih smanjenja količina oborina, što u kombinaciji sa povećanjima temperature može uzrokovati probleme koji značajno utječu na vodne resurse, odnosno mogućnost njihovog korištenja. Značajno smanjenje količina oborina na gotovo cijelom području Hrvatske smanjiti će intenzitet poljoprivredne proizvodnje koja je već u opadanju. Postoji mogućnost i za povećanjem broja požara zbog nastajanja preduvjeta za to (smanjenje oborina i povećanje temperatura), što također negativno utječe na vodne resurse zbog mogućih onečišćenja izvora i vodotoka, kao i zbog povećane potrebe za vodom.

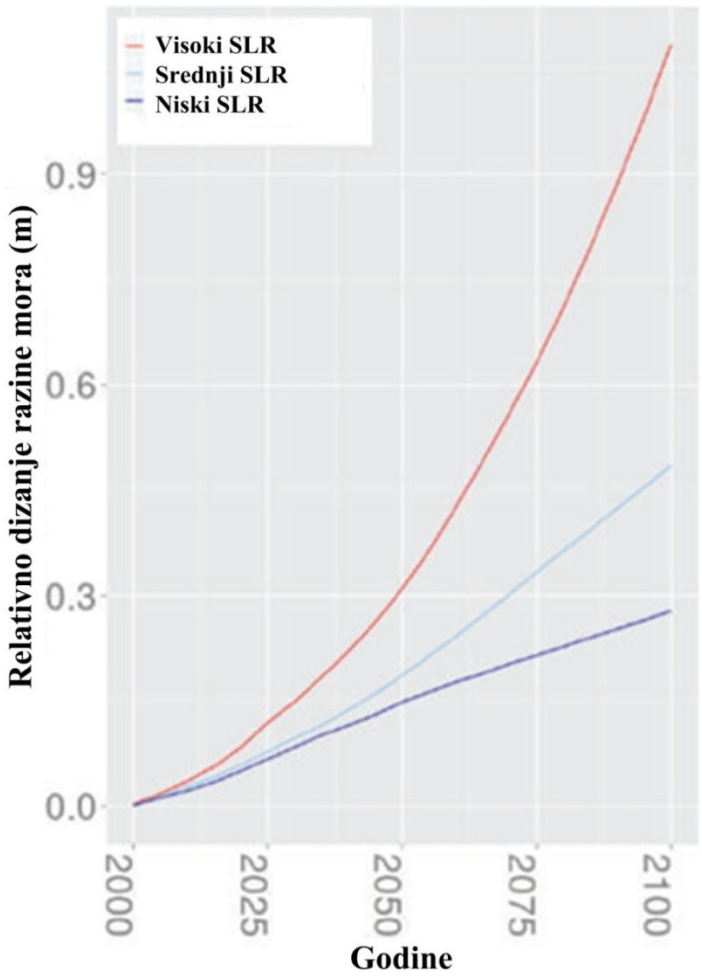
Slika 16. prikazuje predviđena dizanja razine Jadranskog mora odnosno prikaz poplavljenih obalnih i otočnih područja na teritoriju Hrvatske [20] za 2100. godinu s obzirom na scenarij SSP2 i usvojenu srednju razinu dizanja mora (Medium SLR). Pri

tome scenarij SSP2 podrazumijeva manji razvoj održivosti i niži rast Bruto Domaćeg Proizvoda (BDP), približno oko 1.2 % godišnje.



Slika 16. Predviđena dizanja razine Jadranskog mora odnosno prikaz poplavljenih obalnih i otočnih područja na teritoriju Hrvatske za 2100. godinu

Pokazatelji srednjih razina relativnog dizanja mora, a između ostaloga i pokazatelj Medium SLR, prikazanisu na slici 17. [20].



Slika 17. Pokazatelji srednjih razina dizanja mora

Veliki priobalni gradovi (Pula, Rijeka, Zadar, Split) mogu biti poplavljeni, kao i otoci. Konkretno, Pula, Split i Zadar su izloženi poplavama zbog povećanja razine mora čak do visine od 2 metra, otoci u Kvarnerskom zaljevu i njegovoj blizini isto tako, dok će srednjedalmatinski i južno dalmatinski otoci biti poplavljeni dizanjem razine mora od 1.5 do 2 metra. Prodor morske vode u vodonosnike i njezin kontakt sa vodotocima, rijekama i jezerima dovest će to potpune neupotrebljivosti vodnih resursa za ljudsku potrošnju.

4. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene utječu, a u bližoj budućnosti svakako će još intenzivnije utjecati na stanovništvo na Zemlji. Ovaj rad prikazao je utjecaj klimatskih promjena s naglaskom na vodne resurse, pri čemu je vidljivo da su te promjene negativne. Jako je teško argumentirano dokazati da li su klimatske promjene posljedica prirodnih događaja koji se odvijaju ili su se odvijali još prije prisustva ljudi ili su one posljedica ljudske aktivnosti. No, povećanje koncentracije stakleničkih plinova definitivno doprinosi globalnom zagrijavanju. Međutim, postavlja se pitanje da li su modeli kojima se predviđaju klimatske promjene pouzdani te u kojoj mjeri mogu predvidjeti buduće klimatske promjene, budući da je u ovom radu vidljivo da kod takvih modela postoji potreba za definiranjem različitih mogućih scenarija. Nizovi podataka i mjerenja na osnovu kojih se rade predviđanja klime su prekratki; svakako su potrebni dulji nizovi mjerenja za realniju procjenu klimatskih promjena i donošenje zaključaka. Ovo svakako predstavlja veliki prostor za moguće manipulacije i pogrešna tumačenja proračunatih vrijednosti. Naftni lobiji, ali i industrija povezana s obnovljivim izvorima energije mogu zloupotrijebiti prognoze klimatskih promjena.

Stanje vodnih resursa u Hrvatskoj trenutno je zadovoljavajuće, čemu u prilog idu velike količine raspoložive vode. Međutim, potrebno je uzeti u obzir da povećanje temperature može dovesti i do povećanja energije u ciklusu kruženja vode, što podrazumijeva mogućnost nastanka ekstremnih oborina i oluja, što može dovesti i do poplava. Dakle, u ovakvom slučaju može doći i do sasvim suprotnog efekta. Svakodnevno se u svim društvenim krugovima javljaju nedoumice odnosno postavljaju se pitanja da li će u budućnosti ipak doći do globalnog zagrijavanja ili će se pojaviti novo ledeno doba, kao i da li će to biti posljedica prirodne pojave ili ljudske aktivnosti, na što nema konkretnog odgovora.

U svakom slučaju, održivo upravljanje vodnim resursima i njihovo racionalno korištenje, kao i korištenje pročišćene otpadne vode za potrebe navodnjavanja u kombinaciji sa korištenjem oborinskih voda te korištenje obnovljivih izvora energije svakako mogu pozitivno utjecati na smanjenje emisije stakleničkih plinova. Ovakav pristup podrazumijeva i veće investicije, što može dovesti do povećanja cijene vode kao

i do poskupljenja komunalnih usluga, odnosno do povećanja troškova života u svim područjima ljudskog društva. Međutim, ovakve nepopularne metode jedini su način na koji se ljudi mogu potaknuti na održivo korištenje ne samo vodnih, već i energetskih resursa.

Zakonodavstvo, konvencije, protokoli, strategije, projekti i različiti programi su sami sebi svrha ukoliko se ne provode i ukoliko se ne kažnjava njihovo nepridržavanje, jer svakodnevni ekstremne vremenske pojave pokazaju da preventivno djelovanje ne doprinosi smanjenju takvih pojava. Aktualno političko stanje također ne ide u prilog tome, kao što je to bilo vidljivo u odluci američkog predsjednika Donalda Trumpa o povlačenju SAD-a (kao svjetske velesile koja diktira politiku cijelog svijeta) iz Druge konvencije o klimatskim promjenama u Parizu. Uzrok tome je bojazan od pada američke ekonomije, a sve na štetu očuvanju okoliša.

5. POPIS LITERATURE

1. Kim Ann Zimmermann - Pleistocene Epoch: *Facts About the Last Ice Age*. Dostupno na: http://www.livescience.com/40311-pleistocene-epoch.html. Datum pristupa: 28.05.2017.

2. World Meteorological Organization. *Members*. Dostupno na: https://public.wmo.int/en/about-us/members. Datum pristupa: 28.05.2017.

3. Mijušković, T. Promjena klimatskih i hidroloških prilika. U: Tušar, B. ur. *Upravljanje količinom i kakvoćom vode, oborinske i sanitarne vode u urbanim područjima*. Zagreb: Društvo građevinskih inženjera Zagreb i Argentad.o.o., Zagreb. 2015. Str. 3-23.

4. Bonacci, O. Upravljanje vodnim resursima u novim uvjetima. U: Lakušić, S. ur. *Izazov u graditeljstvu 2*, Zagreb: Hrvatski savez građevinskih inženjera. 2014. Str. 160-187.

5. Državni hidrometeorološki zavod. *Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC).*Izabrana poglavlja*: Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj Scenarij klimatskih promjena Utjecaj klimatskih varijacija i promjena na biljke i na opasnost od šumskih požara.* Dostupno na: http://klima.hr/razno/publikacije/klimatske_promjene.pdf. Datum pristupa: 28.06.2017.

6. Crometeo, motrenje i prognoziranje vremena. *Atmosfera*. Dostupno na: http://www.crometeo.hr/atmosfera/. Datum pristupa: 30.05.2017.

7. Energis, Zaštita okoliša. *Šta je globalno zagrijavanje?* Dostupno na: http://energis.ba/sta-je-globalno-zagrijavanje/. Datum pristupa: 30.05.2017.

8. Zaviša, Š;Vitale, K.: *Procjena ranjivosti od klimatskih promjena: Hrvatska*, Zagreb, svibanj 2012. Dostupno na :http://www.seeclimateforum.org/upload/document/cva_croatia_-_croatian_final_print.pdf. Datum pristupa: 28.05.2017.

9. Global Climate Change, Vital Signal of the Planet. *Global Temperature*. Dostunona:https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/. Datum pristupa: 30.05.2017.

10. Državni hidrometeorološki zavod. *Klima i klimatske promjene.* Dostupno na: http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene. Datum pristupa: 30.05.2017.

11. Earth Observatory, Global Maps. *Total Rainfall*. Dostupno na: https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM_3B43M. Datum pristupa: 15.06.2017.

12. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. *Zaštita klime.* Dostupno na: http://www.mzoip.hr/hr/klima/zastita-klime.html. Datum pristupa: 15.06.2017.

13. Europsko vijeće. Vijeće Europske unije. *Međunarodni sporazumi u području klime*. Dostupno na:http://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/. Datum pristupa: 30.05.2017.

14. United Nations, *Framework Convention on Climate Change*. Dostupno na: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. Datum pristupa: 30.05.2017.

15. European Commission. *Climate strategies & targets, 2020 climate i energy package, 2030 climate i energy framework*. Dostupno na: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en. Datum pristupa: 30.05.2017.

16. *Odluka o donošenju Šestog nacionalnog izvješća Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime.* Narodne novine

2014, br. 347. Dostupno na: http://193.43.36.109/docs/pdf/cro131243.pdf. Datum pristupa: 20.06.2017.

17. Državni hidrometeorološki zavod. *Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC),* Izabrane točke u poglavljima*: Utjecaj klimatskih promjena i mjere prilagodbe, Istraživanje, sistematsko motrenje i monitoring*. Dostupno na: http://klima.hr/razno/publikacije/NIKP6_DHMZ.pdf. Datum pristupa: 28.06.2017.

18. Fifth Assessment Report. *Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Dostupno na: http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/. Datum pristupa: 28.06.2017.

19. Fifth Assessment Report. *Summary for Policymakers*. Dostupno na: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf. Datum pristupa: 30.06.2017.

20. Global Environment Facility, *United Nations Environment Programme/Mediterrranean Action Plan, Priority Actions Programme/Regional Activity Centre. Assessment of Costs of Sea-level rise in the Republic of Croatia IncludingCosts and Benefits of Adaptation*. Split, Hrvatska, 2015.

6. POPIS SLIKA

Slika 1. Efekt staklenika
Slika 2. Prikaz izmjerenih anomalija godišnjih temperatura od 1880. do 2016. godine
Slika 3.Prikaz količina oborina za siječanj 1998. godinu
Slika 4. Prikaz količina oborina za kolovoz 2016. godinu
Slika 5. Promjena razine mora mjerena od 1993. godine
Slika 6. Dekadni trendovi u razdoblju 1961- 2010. godine
Slika 7. Dekadni trendovi sezonskih i godišnjih količina oborina u razdoblju 1961.-2010. godine
Slika 8. Globalna promjena prosječne temperature zraka
Slika 9. Globalna promjena količine oborina
Slika 10. Globalna promjena razine mora
Slika 11. Prikaz promjena srednjih vrijednosti dnevne temperature između perioda P1 i P0 za Hrvatsku
Slika 12. Prikaz budućih promjena srednjih vrijednosti dnevne temperature između perioda P2-P0 i P3-P0 za Hrvatsku
Slika 13. Buduće promjene sezonske i godišnje količine oborina u razdoblju P1 na području Republike Hrvatske
Slika 14. Relativna razlika srednjih vrijenosti za ukupnu količinu oborina između razdoblja P1 i P0
Slika 15. Relativna razlika srednjih vrijenosti za ukupnu količinu oborina između razdoblja P2-P0 i P3- P0
Slika 16. Predviđena dizanja razine Jadranskog mora odnosno prikaz poplavljenih obalnih i otočnih područja na teritoriju Hrvatske za 2100. godinu
Slika 17. Pokazatelji srednjih razina dizanja mora