

## **Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u svijetu**

### ***The impact of climate changes on water resources in the world***

<sup>1</sup>Anamarija Muhar, <sup>2</sup>Bojan Đurin

<sup>1,2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin

e-mail: <sup>1</sup>anamarija.muhar@gmail.com, <sup>2</sup>bojan.djurin@gfv.hr

**Sažetak:** *O klimatskim promjenama se u posljednje vrijeme govori u negativnom kontekstu s obzirom na njihov utjecaj na planetu Zemlju. Klimatski uvjeti mijenjaju se s vremenom te odražavaju na živi i neživi svijet. Vodni resursi usko su povezani s klimatskim promjenama. Ovaj rad s hidrotehničkoga aspekta prikazuje i opisuje dosadašnji utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u svijetu, 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 u svrhu ublažavanja negativnog utjecaja klimatskih promjena na vodne resurse.*

**Ključne riječi:** *klimatske promjene, vodni resursi, svijet, oborine, temperature, razina mora*

**Abstract:** *There has been a lot of conversation in negative context about the climate change, considering her impact on planet Earth. Climate conditions changes with time and reflects on the living and non-living world. Water resources are tightly connected with climate changes. This paper points out and describes the effects of the climate changes on water resources in the world from the hydrotechnical point of view, as well as their predicted effects in the future. Thereby, the changes of the precipitation amount, average daily air temperature and raising of the sea level are shown and described based on relevant and applicable*

*bibliographic data. Considering the reviews and analysis of the processed data, conclusions and guidelines were defined for the purpose of alleviating the negative impact of climate changes on water resources.*

**Keywords:** *climate change, water resources, world, precipitation, temperature, sea level*

## 1. Uvod

Klima se mijenja, a samim tim i izgled naše planete. Prije približno dva milijuna godina (Kim AnnZimmermann), 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 među kojima je i Republika Hrvatska članica, provodi brojna opažanja i istraživanja vezana za klimatske promjene (WMO). Klima se mijenja neprestano tijekom određenoga razdoblja, a promjene se događaju stoljećima i tisućljećima (Mijušković, 2015.). Živa bića, samim tim 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 negativnima. Stoga je važno prilagoditi se na promjene, posebno ako će one biti sporoga intenziteta. Prema tome, ključno je pitanje veličina i trajanje promjena. Klimatske promjene naročito se odražavaju na promjene u vodnoj bilanci, pri čemu mogu biti ugroženi, kako ekosustavi prirodnih vodnih sustava, tako i mogućnosti korištenja vodnih resursa (Bonacci, 2014.).

Klima nije statistički precizna i točna veličina, već se tijekom određenoga razdoblja 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 u određenim

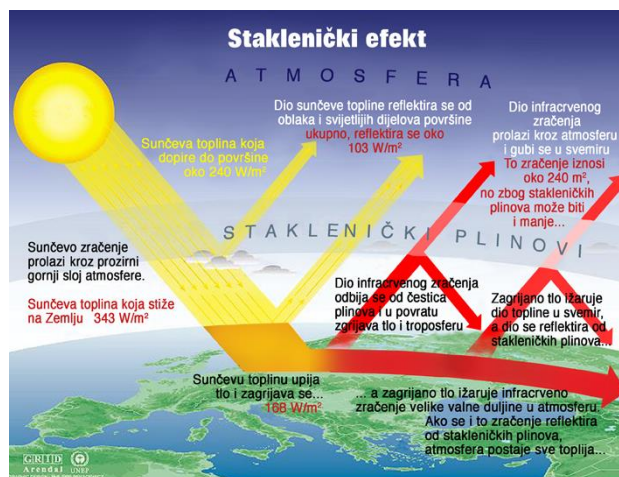
ljudskim aktivnostima i djelovanjima. Prirodni i antropogeni uzroci imaju veliki utjecaj na vodne resurse stoga klimatske promjene treba neprestano promatrati. Vodni resursi su jedan od ključnih aspekata za život i razvoj života na Zemlji te im treba pridodati posebnu važnost. Podatci dobiveni analizom 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 (DHMZ).

## **2. Trenutačno stanje u svijetu i utjecaj na vodne resurse**

Većina znanstvenika slaže se s činjenicom da efekt staklenika značajno utječe na klimatske promjene, a samim tim 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  $-23^{\circ}\text{C}$  u odnosu na trenutačnih  $15^{\circ}\text{C}$  (Crometeo). Efekt staklenika je prirodni proces koji pomaže zagrijavanju Zemljine površine i atmosfere jer su staklenički plinovi sposobni apsorbirati radijaciju koja se emitira sa Zemljine površine. Staklenički plinovi u atmosferi ponašaju se uglavnom kao umjetna atmosfera u stakleniku. Sunčeva svjetlost ulazi u Zemljinu atmosferu, prolazeći kroz sloj stakleničkih 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 stakleničkim plinovima, što uzrokuje zagrijavanje naše planete.

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

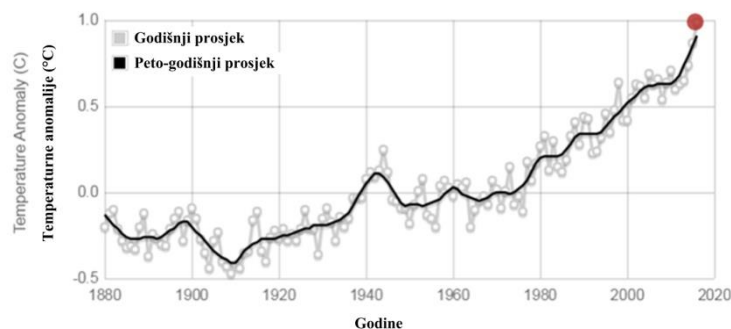
## Slika 1. Efekt staklenika



Izvor: <http://energis.ba/sta-je-globalno-zagrijavanje/>

Antropogeni utjecaji, odnosno ljudska aktivnost (industrializacija, krčenje šuma, itd.), koja se manifestirala povećanjem količine ugljičnoga dioksida ( $\text{CO}_2$ ) u atmosferi, postali su najvećim dijelom odgovorni za globalno zagrijavanje tijekom proteklih 150 godina (Zaviša i Vitale, 2012.). Prema (NASA), dobiven je prikaz promjene povećanja srednje globalne godišnje temperature zraka u periodu od 1880. godine do 2016. godine. Pritom je povećanje proračunato s obzirom na srednju vrijednost unutar perioda od 1951. godine 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. g. do 2016. godine

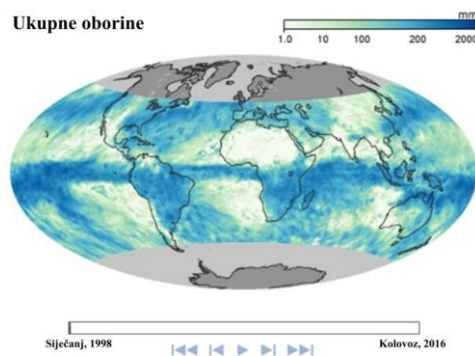


Izvor: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

Prema stogodišnjem nizu mjerenja (1906.–2005.) porast godišnje globalne temperature zraka, procijenjen iz linearnoga trenda, iznosio je  $0.74^{\circ}\text{C}$ . Posljednjih 50 godina toga 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. godine i 2005. godine. Zatopljenje na Zemlji globalnoga je karaktera, ali nije jednako na svim područjima (DHMZ).

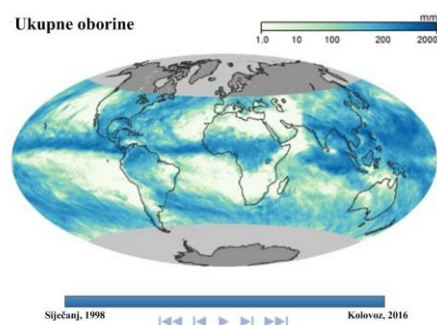
Kiša, odnosno općenito oborine jedna su od ulaznih veličina u ciklusu kruženja vode na Zemlji, što u konačnici definira izvor pitke vode za biljke i životinje, što znači da su oborine neophodne za život na Zemlji. Oborine se razlikuju i mijenjaju ovisno o području i godišnjem dobu. NASA je svemirskim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

**Slika 3.** Prikaz količina oborina za siječanj u 1998. godini



Izvor: [https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM\\_3B43M](https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM_3B43M)

**Slika 4.** Prikaz količina oborina za kolovoz 2016. godine

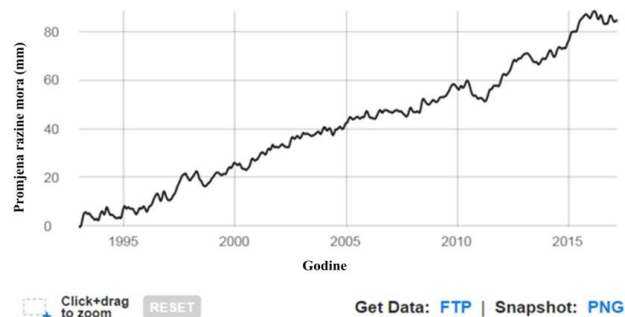


Izvor: [https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM\\_3B43M](https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM_3B43M)

Najveća količina oborina prikazana je tamnoplavom 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 suhoga perioda, dakle radi se o sezonskom karakteru oborina.

Porast razine mora uzrokuju prije svega 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 (Global ClimateChange).

**Slika 5.** Promjena razine mora mjerena od 1993. godine



Izvor: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

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 (MZOIP):

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 globalnoga rasta temperature zraka i klimatskih promjena te kako se suočiti s njihovim učincima. Do danas ju je ratificiralo 195 zemalja (Europsko vijeće).

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 prvoga obvezujućega 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(MZOIP).
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. godine do 2020. godine. Također je izmijenjeno, 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 (United Nations).
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. Predstavници zemalja sudionica konferencije su 12. prosinca 2015. godine postigli novi globalni sporazum o klimatskim promjenama. Ishod sporazuma je uravnotežen i učinkovit plan djelovanja ograničenja globalnog a zatopljenja na razini „znatno manjoj“ od 2 °C u odnosu na predindustrijsko razdoblje, kao i nastavak napora za ograničenjerasta temperature na 1.5°C(MZOIP).
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 energetske ciljeva do 2020. godine. Tri su ključna cilja za Smjernice 2020 – smanjenje 20 % emisije stakleničkih plinova, povećavanje

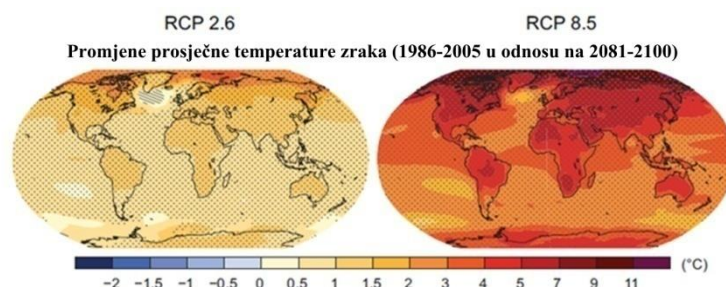
korištenja energije iz obnovljivih izvora za 20 % te poboljšanje energetske učinkovitosti za 20 %, u odnosu na 1990. godinu. Klimatski i energetske ciljevi do 2030. godine postavljaju također tri ključna cilja - najmanje 40 % smanjenja emisija stakleničkih, povećavanje korištenja obnovljivih izvora energije za najmanje 27 % te poboljšanje energetske učinkovitosti za 27 %, u odnosu na 1990. godinu (European Commission).

### **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<sub>2</sub>) i drugih stakleničkih plinova u atmosferu. U Posebnom izvješću o emisijskim scenarijima IPCC-a (*Intergovernmental Panel on Climate Change*; 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 6. (IPCC).

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<sup>2</sup>)

**Slika 6.** Globalna promjena prosječne temperature zraka



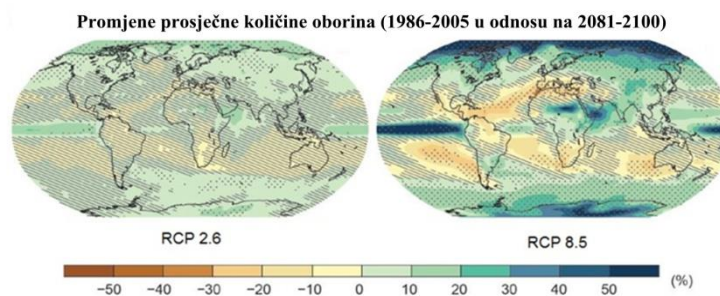
Izvor: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf)



Temperatura zraka na površini Zemlje do kraja 21. stoljeća nastavit će se povećavati, pri čemu intenzitet povećanja ovisi o količini proizvedenoga CO<sub>2</sub> u budućnosti. Promjena globalne površinske temperature za kraj 21. stoljeća vjerojatno će prelaziti vrijednost od 1.5 °C u odnosu na razdoblje od 1850. godine 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 (IPCC).

Predviđene promjene količine oborinaravaju od regije do regije, Slika 7. 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 (IPCC).

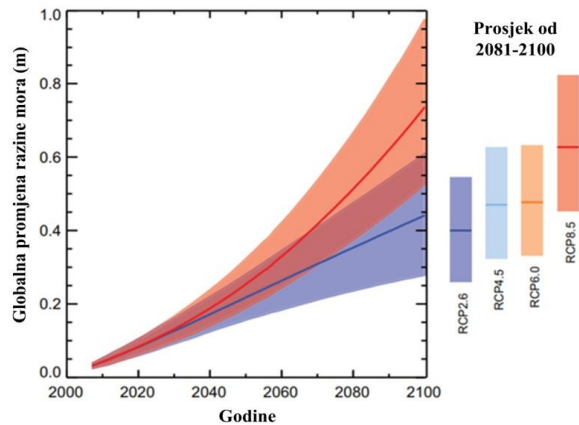
**Slika 7.** Globalna promjena količine oborina



Izvor: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf)

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 8.

**Slika 8.** Globalna promjena razine mora



Izvor: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf)

Globalni porast razine mora za razdoblje od 2081. do 2100. godine u odnosu na razdoblje od 1986. godine do 2005. godine vjerojatno će biti u rasponu od 0,26 m do 0,55 m za RCP2.6 scenarij, za RCP4.5 od 0,32 m do 0,63 m, za RCP6.0 od 0,33 m do 0,63 m i za RCP8.5 od 0,52 m do 0,98 m te predviđenim godišnjim rasponom porasta od 8mm do 16 mm za razdoblje od 2081. godine do 2100. godine. Vertikalni stupci s desne strane slike 8. predstavljaju predviđeni raspon srednje vrijednosti porasta razine mora, pri čemu su horizontalne linije medijani.

## Stanje u Europi

Prema Petom izvješću o proceni (IPCC), 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 njegovoga 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 ljeti, a veće zimi uzrokovat 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 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.

### **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 stanovništva i industrije. U Meksiku će doći do prekomjernog crpljenja podzemne vode. Intenziteti poplava bit 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 (IPCC).

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 do izostanka dotoka vode u rijeke iz ledenjaka. Slična situacija je i na području Čilea 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 (IPCC).

## **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 tim 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 raspoloživih vodnih resursa. Tako u Kini postoji mogućnost smanjenja raspoložive vode za navodnjavanje i industrijske potrebe te potrebe stanovništva, no u pojedinim dijelovima Republike 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 (IPCC).

## **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 s ostalim kontinentima, budući da je većina zemalja ovoga područja ekonomski i politički stabilna te može podnijeti gospodarske probleme koje zemlje u ostalim dijelovima svijeta ne bi mogle podnijeti (IPCC).

## **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 (IPCC).

### **3. 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 jesu li 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 pridonosi globalnom zagrijavanju. Međutim, postavlja se pitanje jesu li 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.

Svakodnevno se u svim društvenim krugovima javljaju nedoumice, odnosno postavljaju se pitanja hoće li u budućnosti ipak doći do globalnog zagrijavanja ili će se pojaviti novo ledeno doba, kao i hoće li to biti posljedica prirodne pojave ili ljudske aktivnosti, na što nema konkretnoga odgovora.

U svakom slučaju, održivo upravljanje vodnim resursima i njihovo racionalno korištenje, kao i korištenje pročišćene otpadne vode za potrebe navodnjavanja u kombinaciji s 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 ljudskoga društva.

Međutim, ovakve nepopularne metode jedini su način na koji se ljudi mogu potaknuti na održivo korištenje ne samo vodnih, već i energetske 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 svakodnevne ekstremne vremenske pojave pokazuju da preventivno djelovanje ne pridonosi 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.

## Literatura

1. 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.
2. Crometeo, motrenje i prognoziranje vremena. Atmosfera. Dostupno na: <http://www.crometeo.hr/atmosfera/>. Datum pristupa: 30.05.2017.
3. 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.
4. 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](http://klima.hr/razno/publikacije/klimatske_promjene.pdf). Datum pristupa: 28.06.2017.
5. Earth Observatory, Global Maps. Total Rainfall. Dostupno na: [https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM\\_3B43M](https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=TRMM_3B43M). Datum pristupa: 15.06.2017.
6. Energis, Zaštita okoliša. Šta je globalno zagrijavanje? Dostupno na: <http://energis.ba/sta-je-globalno-zagrijavanje/>. Datum pristupa: 30.05.2017.

7. 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.
8. European Commission.Climatestrategies&targets, 2020 climate i energypackage, 2030 climate i energyframework. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en). Datum pristupa:30.05.2017.
9. Fifth AssessmentReport.Summary for Policymakers. Dostupno na: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf). Datum pristupa: 30.06.2017.
10. Global ClimateChange, Vital Signal of the Planet.Global Temperature.Dostupno na:<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>. Datum pristupa: 30.05.2017.
11. Kim AnnZimmermann- PleistoceneEpoch: FactsAbout the LastIce Age.Dostupno na: <http://www.livescience.com/40311-pleistocene-epoch.html>. Datum pristupa: 28.05.2017.
12. 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.
13. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Zaštita klime. Dostupno na: <http://www.mzoip.hr/hr/klima/zastita-klime.html>. Datum pristupa: 15.06.2017.
14. United Nations, Framework Convention on ClimateChange. Dostupno na: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php). Datum pristupa:30.05.2017.
15. World MeteorologicalOrganization.Members.Dostupno na: <https://public.wmo.int/en/about-us/members>. Datum pristupa: 28.05.2017.
16. 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](http://www.seeclimateforum.org/upload/document/cva_croatia_-_croatian_final_print.pdf). Datum pristupa: 28.05.2017.