

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

Erina Dakić, mag. ing. aedif.
erinadakic@gmail.com

Sažetak: Kontinuirano podizanje svijesti o problematici klimatskih promjena doprinosi boljem razumijevanju iste, ali nailazi na vrlo malu ili nikakvu primjenu aktivnosti za reduciranje posljedica u praksi. Stoga je važno prikupljati podatke, vršiti analize i istraživanja u cilju poboljšanja postojeće situacije. U radu se daje pregled dosadašnjeg stanja uzrokovanog klimatskim promjenama s fokusom na vodne resurse u Bosni i Hercegovini, moguće posljedice u budućnosti i mjere koje se preporučuje primijeniti kao sredstvo za minimiziranje negativnih posljedica.

Ključne riječi: klimatske promjene, padavine, utjecaji, vodni resursi, posljedice

The impact of climate change on water resources in Bosnia and Herzegovina

Abstract: Continuously raising awareness of the issue of climate change helps to better understand it, but there is very little or no implementation of activities to mitigate the effects in practice. Therefore, it is important to collect data, perform analyses and studies in order to improve the existing situation. The paper provides an overview of the current condition caused by climate change with a focus on water resources in Bosnia and Herzegovina, possible consequences in the future and measures recommended to be applied as a means to minimize the negative effects.

Key words: climate change, precipitation, impacts, water resources, consequences

Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini**1. UVOD**

Voda oduvijek zauzima centralno mjesto u životu ljudi. Pored činjenice da bez vode nema niti bilo kakvog oblika života kakvog danas poznajemo, u prilog ovome idu i saznanja da ljudi od najdavnijih vremena teže što usmjerenijem i racionalnijem iskorištavanju vodnog bogatstva. Tako su prve civilizacije u dolinama rijeka Nila, Tigrisa, Eufrata vodu koristile u svrhe navodnjavanja i proizvodnje hrane. Rezerve pitke vode nisu neiscrpne, stoga imamo zadaću da kao društvo i pojedinci savjesno i odgovorno trošimo istu.

Svijest o vodnim resursima naglo je porasla s jednako tako naglim porastom broja stanovnika tijekom dvadesetog stoljeća, gdje se prema UN-ovim procjenama broj stanovnika na planeti Zemlji povećao sa 1,65 milijardi na 6 milijardi u periodu od stotinu godina. Predviđa se da će do 2050. godine broj stanovnika biti 9 milijardi, no količine pitke vode će ostati približno jednake. Obzirom na ograničenost vodnih resursa, upravljanje njima predstavlja izrazito važan zadatak. Upravljanje i gospodarenje vodom temelji se na ulaznim veličinama od kojih značajnu vrstu čine klimatski podaci. Oni doprinose boljem razumijevanju interakcije različitih komponenti klimatskog sustava uključujući hidroferu, atmosferu, biosferu te kriosferu. [11]

Uzročnici klimatskih promjena nastaju interaktivnim djelovanjem prirodnih i antropogenih faktora. Najznačajnijim čimbenikom smatraju se staklenički plinovi koji pojačavaju efekt staklenika i pridonose recentnom trendu globalnog zatopljenja. Trenutačna prosječna temperatura je na globalnom nivou viša za 0,85°C nego krajem 19 stoljeća, odnosno za 2°C u odnosu na preindustrijsko doba. Danas se kao negativne posljedice javljaju i šumski požari, povećani rizici od poplava, učestale oluje, pogoršanje kakvoće zraka. Navedene promjene treba konstantno promatrati kako bi se mogle predvidjeti promjene vodnih resursa i njihova međusobna ovisnost. [11]

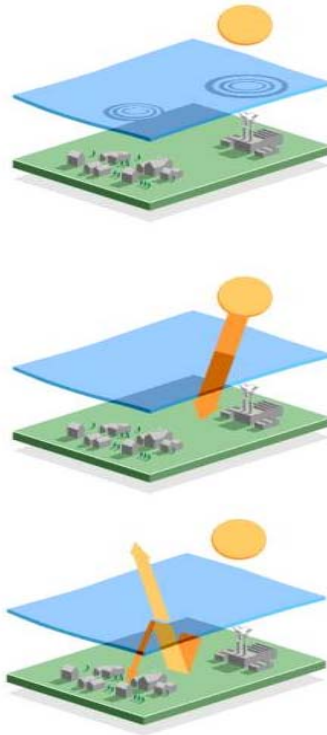
2. KLIMATSKE PROMJENE

Klimatske promjene su promjene u svojstvima i raspodjeli klimatskih faktora u periodu trajanja desetljeća ili duže. UNFCCC ih definira kao varijabilnosti klime na koje direktno i indirektno utječe ljudska aktivnost, koji djeluju na promjene u atmosferi i koje se promatraju u usporedivim vremenskim periodima. Uzroci klimatskih promjena nastaju kao posljedica interakcije između vode, atmosfere i tla, stoga promjena u bilo kojem od ovih sustava može biti rezultat ljudskog, prirodnog ili zajedničkog djelovanja. Jedan od glavnih uzročnika je promjena stakleničkih plinova u atmosferi. [8]

2.1 Efekt staklenika

Efekt staklenika doprinosi izgledu Zemlje kakvu znamo. Staklenički plinovi čine toplinski omotač oko Zemlje i formiraju klimu koja je pogodna za život. Bez njih bi temperature zraka bile značajno niže, pretpostavlja se i do 30°C. Efekt staklenika je proces pri kojemu se Zemljina površina zagrijava sunčevom toplinom, 70% sunčevog zračenja reflektira, a staklenički plinovi ga apsorbiraju i na taj način zagrijavaju i atmosferu. (Slika 1). To znači da ako se poveća koncentracija stakleničkih plinova (ugljični dioksid, metan, vodena para, didušik oksid), doći će i do povećanja temperatura zraka. [6]

Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

Slika 1. Efekt staklenika [6]

Količina CO₂ i drugih stakleničkih plinova u atmosferi godinama unatrag se povećava. Razlog tome je nagli razvoj industrije, izgaranje fosilnih goriva, sječa šuma, povećan uzgoj stoke (proizvodnja velike količine metana prilikom probavljanja hrane), uporaba gnojiva koja sadrže dušik itd. [8] Evidentne posljedice su porast srednje godišnje temperature i promjene u režimu padavina.

2.2 Klimatske promjene u Europi

Ovisno o regijama, klimatske promjene će imati različite utjecaje na vode Europe. Promjena temperature zraka utječe na stanje toplinskih masa, kretanja vode i raspored oborina u vremenu i prostoru. Očekuje se povećanje diferencija raspoloživosti vodnih resursa između sjeverne i južne Europe. Godišnje količine oborina indiciraju na povećanje vlage i rizika od poplava u sjevernoj i kontinentalnoj Europi (povećanje vlage do 10%-40% tijekom prošlog stoljeća), dok će u južnoj Europi doći do povećanja sušnih perioda i smanjenja vlage u tlu (smanjenje vlage do 20% tijekom prošlog stoljeća). Godišnji riječni protok se u istočnoj Europi povećao dok je u južnoj Europi smanjen. Obnavljanje vodonosnika bit će smanjeno, doći će do spuštavanja vodnog lica, a naročito će biti izraženo u Italiji, Francuskoj, Belgiji i Španjolskoj. Ove posljedice će zaobići vodonosnike u Švicarskoj i Velikoj Britaniji. [3]

S druge strane, više temperature smanjuju pojavu snježnih padavina i uzrokuju topljenje snijega s vrhova planina. Ovakva kombinacija rezultirat će većim vodostajem u rijekama Rajna, Dunav, Rona i Po čija su izvorišta u planinskim masivima a koje su od iznimno velikog značaja za razvoj privrede i gospodarstva Europe. Nastat će promjene u najvišim točkama protoka a kao rezultat smanjenja snježnih padavina, smanjenja ledenjaka i obnavljanja vodonosnika, ljeti će biti manje vode za kompenzaciju niskih protoka. [4]

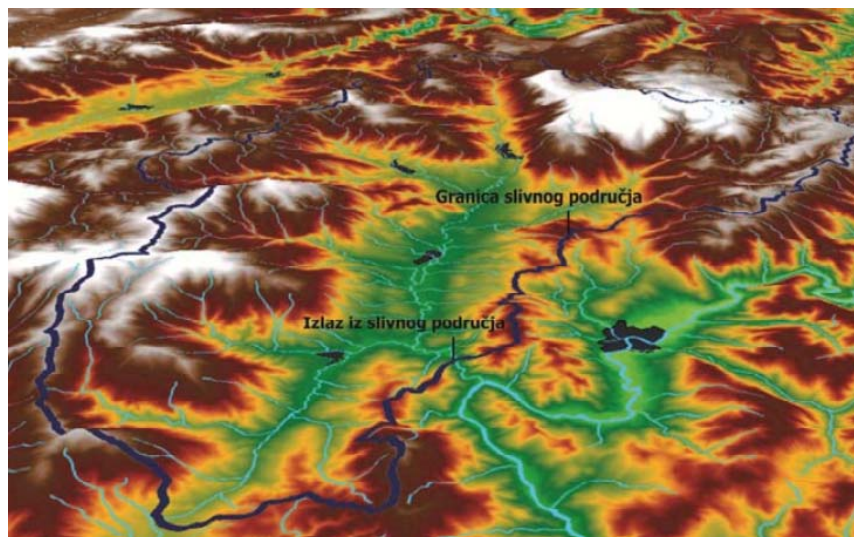
Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

Upravo će se u ljetnim mjesecima javiti problematika velike potražnje za vodom, naročito u mediteranskim područjima zbog navodnjavanja te će uzrokovati probleme u agronomiji i poljoprivredi. Dizanje razine mora može dovesti do zaslanjenja priobalnih i otočnih vodnih resursa i tako doprinijeti nestašici pitke vode. Promjene u prosječnoj dostupnosti vode nastale djelovanjem izmijenjenih klimatskih faktora u većini riječnih slivova bit će relativno male tijekom sljedećih 30 godina. Međutim, dugoročno se predviđaju scenariji u kojima će sjeverna i istočna Europa osjetiti porast prosječnog godišnjeg dotoka vode, a nasuprot tome južna Europa, naročito mediteranska regija koja je već suočena sa vodnim stresom, suočit će se sa smanjenom dostupnošću vodnih resursa. [2]

3. UPRAVLJANJE VODNIM RESURSIMA

Upravljanje vodnim resursima je ekološki osjetljiva djelatnost čiji je osnovni cilj zadovoljenje potreba potrošača vodeći se načelima racionalnog korištenja vodnih resursa i zaštite okoliša. Upravljanje vodama odnosi se na aktivnosti usmjerene na korištenje voda, zaštitu od štetnog djelovanja voda te zaštitu voda od štetnih utjecaja i zagađenja. Navedene aktivnosti obavljaju se interaktivnim djelovanjem eksperata iz različitih sfera znanosti, tehnike i tehnologije. Stoga se na Međunarodnoj konferenciji u Dublinu 1992. godine počinje govoriti o Integralnom pristupu upravljanju vodama (Integrated Water Resources Management – IWRM). IWRM se zasniva na održivom upravljanju vodnim resursima s ciljem zaštite okoliša i ekonomskih dobara. Pored površinskih voda, uključuje podzemne vode i vodu koja se gubi evapotranspiracijom kao komponente za upravljanje vodnim resursima. Podrazumijeva upravljanje vodom na razini riječnog sliva kao prostorne jedinice, na kojem će sva voda doći do određene točke u vodotoku. (Slika 2). Ovakav pristup podrazumijeva cjelovit i uspješan način upravljanja vodnim resursima te mjeru za reduciranje vodnih konflikata. [11]



Slika 2. Slivno područje [11]

Integralni pristup upravljanju vodnim resursima podrazumijeva kombinaciju prirodnog i društvenog sustava, odnosno kombinaciju karakteristika vodnih resursa sa antropogenim čimbenicima. Integriraju se različite discipline: ekonomija, pravo, matematika, ekologija, tehnologija i druge, koje zajedničkim djelovanjem omogućavaju rješavanje problema.

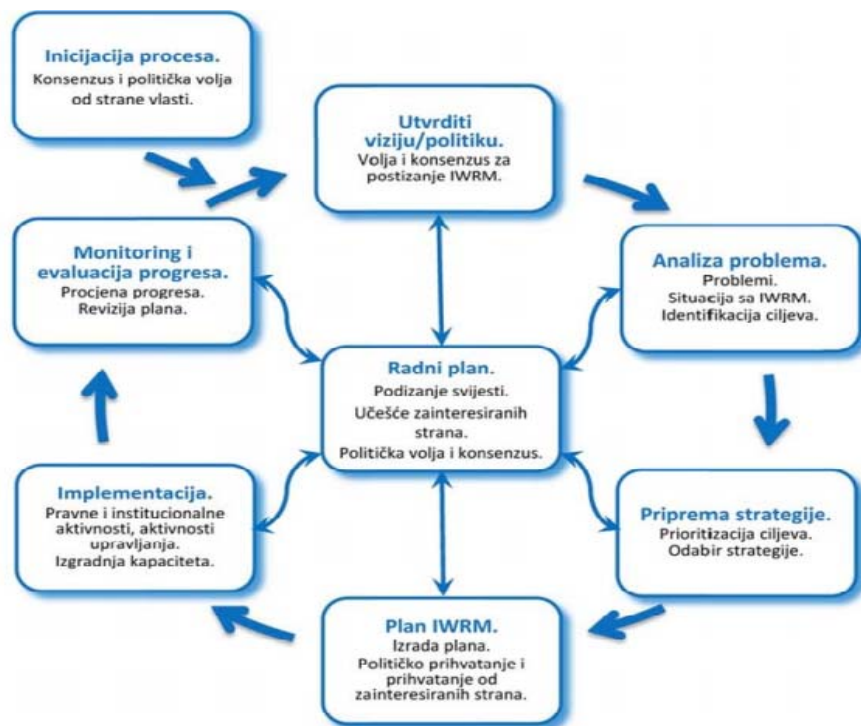
IWRM obuhvata upravljanje zemljištem, odnosno prostorom i ekosustavima na slivnom području. Poštuju se zakonitosti o utjecaju na nizvodni sustav koji trpi zbog prekomjerne

Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

potrošnje i velikih zagađenja na uzvodnom. Podzemne vode se promatraju zajedno sa površinskim, jer vanjska djelovanja i onečišćenja jednako utječu i na resurse podzemnih voda. Sa aspekta integracije ljudskog faktora, ključno je uključiti i povezati sve zainteresirane strane u cilju što optimalnijeg i uravnoteženog upravljanja vodnim resursima. Podrazumijeva se integracija vodnih resursa sa nacionalnom sektorskom politikom naročito sa sektorima koji direktno utječu na vodne resurse i obrnuto (poljoprivreda, šumarstvo, itd.). [11]

Pri uspješnom upravljanju vodnim resursima, važno je poštovati načela ekonomski efikasnog i pravičnog korištenja vode i okolišne održivosti. Za provedbu IWRM potrebno je razumjeti i definirati nekoliko koraka koji će pratiti proces upravljanja vodama. (Slika 3)



Slika 3. Koraci za provedbu IWRM [11]

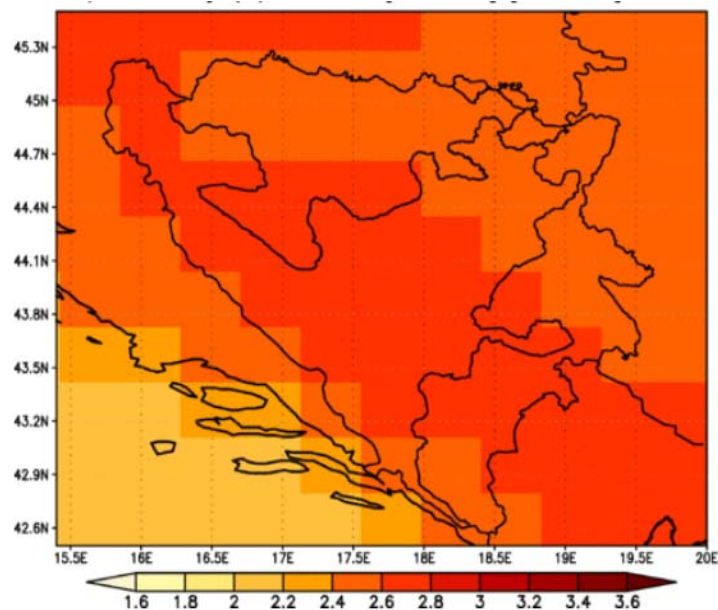
Integralnim upravljanjem vodnim resursima nastoji se omogućiti opskrba stanovništva vodom, osigurati dovoljne količine tehnološke vode i vode za privredne potrebe, poboljšati kvalitet vode za piće te sačuvati vodne resurse u maksimalnoj mjeri.

4. ANALIZA SITUACIJE U BOSNI I HERCEGOVINI

Klima Bosne i Hercegovine varira od umjereno kontinentalne u Panonskoj nizini, preko alpske na planinama do mediteranske na jugu države. Srednja godišnja temperatura u priobalnim područjima je između 12 i 17°C, u nizinskim predjelima između 10 i 12°C, a u predjelima iznad 400m, temperatura je ispod 10°C. Godišnje količine padavina se mijenjaju od sjevera ka unutrašnjosti, sa 800 mm na 2000 mm. [7]

Studije o temperaturnim promjenama iz perioda 1961-2010. godine pokazuju porast temperatura za 0,4°C do 1°C na godišnjem nivou u svim dijelovima zemlje. Najveće povećanje prosječne temperature u ljetnim mjesecima zabilježeno je u Hercegovini i središnjim područjima (Mostar – 1,20°C i Sarajevo – 0,80°C), a tijekom proljeća i zime u sjevernim središnjim područjima (Banja Luka – 0,70°C). [10]

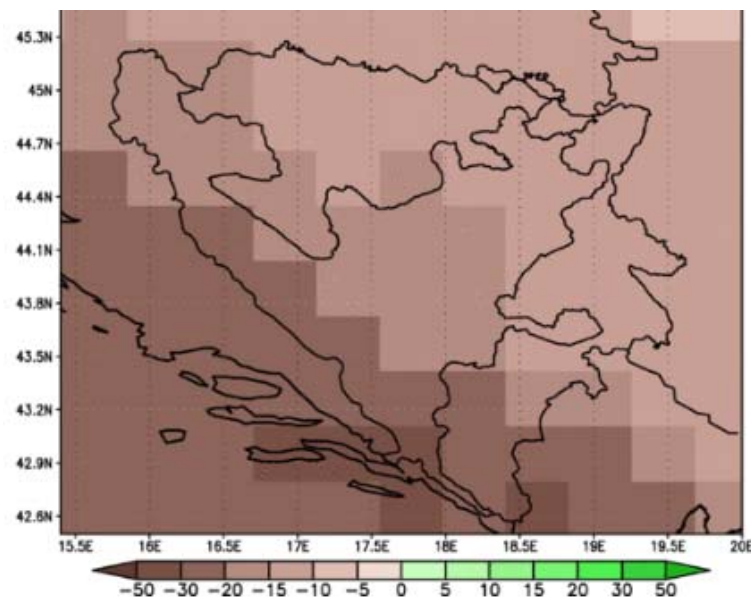
Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

Slika 4. Prognoza promjene godišnjih temperatura u Bosni i Hercegovini za period 2071-2100. u odnosu na 1961-1990. [10]

Kao posljedica navedenih promjena, u Bosni i Hercegovini su se do danas dogodile dvije ekstremne nepogode: suša 2012. i poplava 2014. godine. [4]

U periodu od 1981. evidentirano je smanjenje dana sa kišnim padavinama tijekom godine, uočen je trend povećanja brzog prijelaza iz ekstremno vrelih ili hladnih perioda u periode intenzivnih kišnih padavina, povećanje suša i maksimalnih brzina vjetra. U periodu 2071-2100. godine očekuje se ekstreman rast temperatura i do 4% na godišnjem nivou i najveći deficit padavina od čak 50% u ljetnim mjesecima u odnosu na referentni period 1961-1990. godine. (Slika 5) [9]



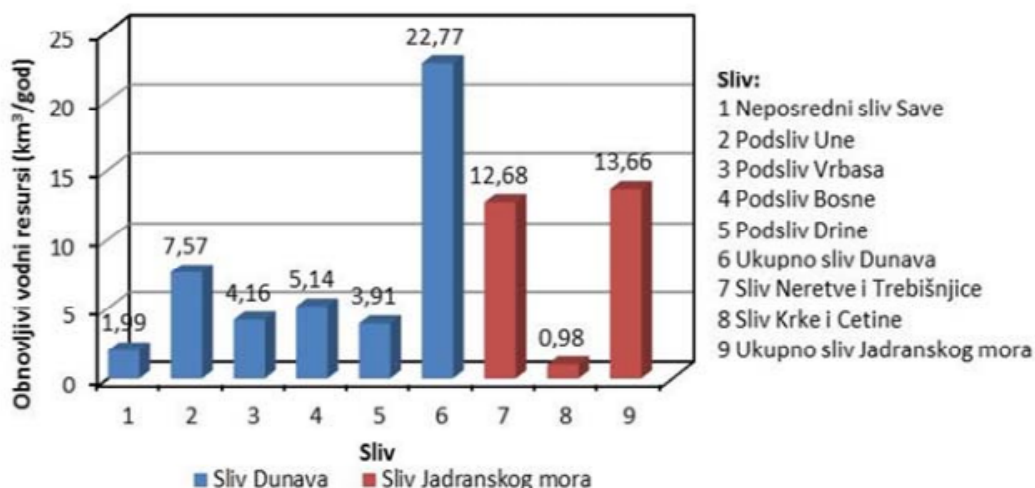
Slika 5. Prognoza promjene količine padavina za period 2071-2100. u odnosu na 1961-1990. [10]

Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

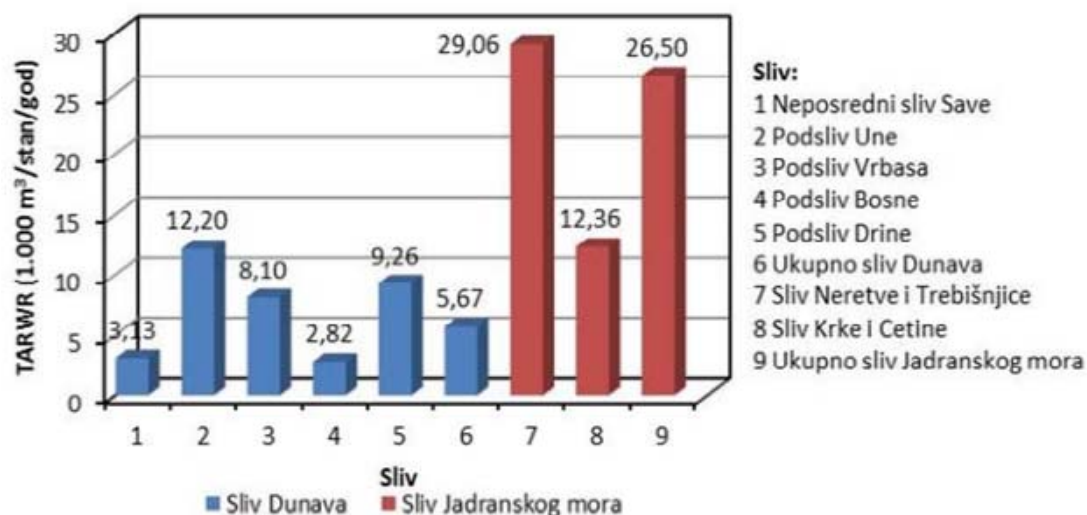
5. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA NA VODNE RESURSE U BOSNI I HERCEGOVINI

Vodne resurse Bosne i Hercegovine čine dva glavna sliva: sliv Crnog mora (38 719 km²) i sliv Jadranskog mora (12 410 km²). Prosječno otjecanje površinskih voda iznosi 1155 m³/s, odnosno 57% ukupne pale količine vode. Iz slivnog područja Dunava (76% teritorije BiH) otječe 22,77 km³ godišnje ili 62,5% od ukupne količine vode, a preostalih 13,66 km³/god. u pravcu Jadranskog mora. (Slika 6) [11]



Slika 6. Ukupni obnovljivi vodni resursi [11]

Najveći obnovljivi vodni resursi po stanovniku raspoloživi su u slivnom području Neretve i Trebišnjice, oko 29 060 m³/stan/god. (Slika 7)



Slika 7. Ukupni obnovljivi resursi po glavi stanovnika [11]

Najugroženiji je sliv rijeke Bosne sa raspoloživom količinom vode 2820 m³/stan/god. Zauzima 20,4% teritorije Bosne i Hercegovine, na njemu živi 40,2% stanovnika, a otječe samo 14,1% raspoloživih vodnih resursa. U sušnim periodima ove količine padaju na manje

Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

od 60% u odnosu na prosječne količine. U 2011. godini u Bosni i Hercegovini bilo je 329 954 000 m³ ukupno zahvaćenih i preuzetih količina vode, što je za 3% manje u odnosu na 2010. godinu. [1]

Unatoč tome što Bosna i Hercegovina posjeduje značajne vodne resurse, procjenjuje se da ih čak 57% otječe neiskorišteno, a kvalitet pitke vode se pogoršava. Pretpostavlja se negativan utjecaj promjena temperature i padavina na vodne resurse. Vodni sustavi jesu direktno izloženi utjecaju klimatskih faktora, stoga će povećanje temperature i smanjenje količine padavina u ljetnim mjesecima produžiti bezvodne periode i dovesti do pojave suša (najizloženiji će biti krečnjački krški predjeli), a nasuprot tome tijekom jeseni će doći do pojave drugog ekstrema – poplava. Period pojave ovakvih uvjeta predviđa se na svakih 5 do 10 godina. Klimatske promjene utjecat će i na neuravnoteženost riječnih vodostaja i snižavanje vodnog lica, što će značajno smanjiti proizvodnju električne energije, mogućnost opskrbe pitkom vodom i ugroziti turizam. Upravljanje hidrološkim podacima je ograničeno i onemogućava dopunu slike o promjeni stanja vodnih resursa u Bosni i Hercegovini u potpunosti. [9]

6. ZAKLJUČAK

Klimatska nestalnost prisutna je u svim godišnjim dobima, a posljedice klimatskih promjena očituju se diljem svijeta, pa tako i u Bosni i Hercegovini. Svjedočimo negativnim posljedicama i ekstremnim pojavama u svim sektorima. Bosna i Hercegovina je potpisnica različitih međunarodnih ugovora i sporazuma i kao takva potiče se na zaštitu resursa, smanjenje emisije plinova i zaštitu okoliša. Unatoč tome, prisutan je manjak državne i regionalne kooperacije, istraživanja i analize utjecaja ne prate trendove u Europi, a infrastruktura za kontrolu poplava je degradirana i uništena ratnim i post-ratnim dešavanjima. Nema konkretnih modela koji se odnose na ponašanje vodenih i ekosustava pod utjecajem klimatskih promjena. [5]

Ključni element klimatskih promjena je kruženje vode na Zemlji. Klimatske promjene utječu na povećanje razine vodene pare u atmosferi i promjenu oborinskog režima, što može dovesti do jakih kiša u nekim područjima koja su već izložena velikoj vlazi u zraku, a u drugima pak do nestašice vode. Nestašica pitke vode utjecat će na globalnu ekonomiju, a ključni problem su još i nestašica vode potrebne za rad različitih postrojenja, kvalitet vode pogoršan poplavama i sušama, različitim zagađenjima, zaslanjenjem priobalnih područja i povećanjem temperature vode. Snježni i ledeni pokrivač se smanjuju i skraćuje se razdoblje njihovog trajanja. Ove promjene također utječu na kvalitet vode i vodnih staništa. Posljedice klimatskih promjena očituju se i na globalnoj i lokalnoj razini, a moguće je predvidjeti da će u budućnosti doći do još drastičnijih scenarija. [8]

Mjere prilagodbe usmjerene su na uporabu vode u sektorima u kojima se upotrebljavaju velike količine vode. Najbolji način primjene mjera bila bi pravovremena priprema i reakcija na uzročnike. Bosna i Hercegovina bi trebala usmjeriti sredstva na održivo upravljanje vodnim resursima i njihovo racionalno korištenje, kao i korištenje pročišćenih otpadnih voda u kombinaciji sa oborinskim vodama za potrebe navodnjavanja te smanjenje emisije stakleničkih plinova. Za daljnje očuvanje vodnih resursa i sektora voda u Bosni i Hercegovini, neophodno je razvijati aktivnosti u cilju usaglašavanja sa relevantnim zakonodavstvom EU. Jedna od predloženih mjera za rješavanje nedostataka je razvoj hidrološkog informacijskog sustava (HIS). HIS je sustav za prikupljanje, analizu i čuvanje hidroloških podataka koji se u bilo kojem trenutku mogu koristiti. Analizom vodnih sustava i režima u Bosni i Hercegovini doprinijelo bi se istraživanju o utjecaju klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini. Također, trebalo bi osposobiti i ulagati u postrojenja za upravljanje vodama u skladu sa principima IWRM (Integrated Water Resource Management). Upravljanje

Dakić, E.

Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini

potražnjom vode je još jedan od aspekata očuvanja vodenih resursa u BiH. Osnovni cilj provedbe ove mjere bilo bi smanjenje gubitaka i prekomjerne uporabe vode i adaptacija vodenih resursa klimatskim promjenama. Jedno od mogućih rješenja problema upravljanja vodama u tom kontekstu jesu akumulacije. One su idealan način da se optimizira uporaba vodenih resursa i omogući njihovo korištenje u bilo kojem periodu godine. [7]

Razina svijesti o klimatskim promjenama i posljedicama koje one imaju na život na Zemlji još uvijek nije na zadovoljavajućem nivou. Činjenica je da utjecaj ne može nestati, ali je potrebno poduzeti sve potrebne mjere kako bi se mogao kontrolirati i kako bi se minimizirale negativne posljedice.

LITERATURA

1. Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, link (http://www.bhas.ba/saopstenja/2012/VOD2V_2011_001_01_BA_02%20hr.pdf), pristupljeno: 25.4.2020. godine
2. Beraković, M.; Beraković, B. 2011. godina. Klimatske promjene i voda. U: Biondić, D.; Holjević, D.; Tropan, Lj., Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena, Opatija: Hrvatske vode, str. 79-87
3. Climate impacts on water resources, European Environment Agency, link (<https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources/climate-impacts-on-water-resources>), pristupljeno: 23.4.2020. godine
4. Drugi nacionalni izvještaj (SNC) o klimatskim promjenama, Vijeće ministara Bosne i Hercegovine, 2013. godine
5. Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine, link (<http://www.mvteo.gov.ba/Content/Read/vodni-resursi>), pristupljeno: 26.4.2020. godine
6. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, link (<http://klima.mzoip.hr/default.aspx?id=4>), pristupljeno: 2.5.2020. godine
7. Prvi nacionalni izvještaj o klimatskim promjenama, Vijeće ministara Bosne i Hercegovine, 2009. godina
8. Singh, V.; Mishra, A.; Khedun, P.; Chowdhary, H.: Climate change and its impact on water resources, link (https://www.researchgate.net/publication/314210788_Climate_Change_and_Its_Impact_on_Water_Resources), pristupljeno: 21.4.2020. godine
9. Strategija prilagođavanja na klimatske promjene i niskoemisionog razvoja za Bosnu i Hercegovinu, Vijeće ministara Bosne i Hercegovine, 2013. godine
10. UNFCCC BiH, link (http://www.unfccc.ba/site/pages/ranjivost_prilagodjavanje.php), pristupljeno: 25.4.2020. godine
11. Vučijak, B.; Silajdžić, I.; Kurtagić, S.; Čerić, A.: Voda za život: Osnove integralnog upravljanja vodnim resursima. Bosna i Hercegovina, Sarajevo, 2011. godina, link (<https://www.undp.org/content/dam/unct/bih/PDFs/OsnoveIWRMbs.pdf>), pristupljeno: 24.4.2020. godine