

Утицај климатских промјена на водне ресурсе у Републици Српској

Свјетлана Лолић

Сажетак: *Глобално загријавање, уз пораст становништва и интензивну индустријализацију, представља један од најзначајнијих притисака на водне ресурсе на свјетском нивоу. Најзначајнији утицаји климатских промјена који директно утичу на водне ресурсе јесу промјене у дистрибуцији падавина и сњежног покривача, као и повећана учесталост поплава и суша. Анализе средњих годишњих температура у посљедњих шездесет година показале су да тренд повећања просјечне годишње температуре ваздуха на подручју Републике Српске већ постоји, а промијењени су и режими падавина. Период након 2000. године карактеришу смјене веома или екстремно сувих година и година у којима су забиљежене екстремне поплаве. Да би се утврдио утицај климатских промјена на водне ресурсе у Републици Српској, извршена је компарација просјечних годишњих и мјесечних протицаја водотока за период од 1960. године до данас, у зависности од доступних података за поједине водотоке. Ријеке Босну, Врбас и Врбању након 1980. године карактеришу смањена водност, односно ниже вриједности просјечног годишњег протицаја са израженим знатно већим осцилацијама у односу на претходни период.*

Цитирање: Лолић С (2023) Утицај климатских промјена на водне ресурсе у Републици Српској. У: Трбић Г, Попов Т, Мирјанић Д (уредници) Управљање природним ресурсима у ери климатских промјена. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LIV:449–475

Cite as: Lolić S (2023) Climate Change Impact on Water Resources in the Republic of Srpska. In: Trbić G, Popov T, Mirjanić D (eds) Natural Resources Management in a Changing Climate. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LIV:449–475

На сјеверозападу Републике Српске ситуација у погледу водности је другачија: изражена знатна варирања просјечног годишњег протицаја имају и ријеке Уна и Сана, с тим да поређењем просјека за двадесетогодишње периоде ријека Уна има виши годишњи протицај након 2000. године, док код ријеке Сане није забиљежена промјена у односу на референтни период.

Кључне ријечи: Водни ресурси, климатске промјене, просјечан годишњи протицај

10.1. Увод

Вода представља основ живота. Поред чињенице да је неопходна за основне виталне функције свих организама на планети, а самим тим и за функционисање екосистема у цјелини, вода је потребна и за различите индустријске процесе, производњу електричне енергије и пољопривредну производњу, од којих зависи развој друштва у цјелини. Вода свакако представља кључну компоненту како социјалног, тако и економског, али и еколошког развоја, који су међусобно зависни, због чега се јавља обавеза заштите њеног квалитета као и рационалног коришћења. Пораст броја становника на глобалном нивоу, индустријализација, урбанизација, претјерана експлоатација водних ресурса, као и различита загађења природе, стварају велики притисак на водне екосистеме. У посљедњих неколико деценија све се више истиче и утицај климатских промјена, односно присутног тренда глобалног загријавања, који у знатној мјери утиче на доступност и квалитет водних ресурса. Експертска група Међувладиног панела за климатске промјене (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) 2014. године указала је на промјене у водном режиму слатководних ресурса и хидролошким циклусима које су изазване климатским промјенама, при чему је наглашено да су присутне промјене знатно интензивније него што је то било очекивано. Закључак Петог извјештаја IPCC јесте да је дошло до загријавања атмосфере и океана, да се смањила количина снијега и леда, да је порастао ниво океана и да се концентрација угљен-диоксида повећала до нивоа какав није био у најмање посљедњих 800.000 година (IPCC 2014). Најзначајнији утицаји климатских промјена који директно утичу на водне ресурсе су промјене у дистрибуцији падавина и сњежног покривача, као и повећана учесталост поплава и суша.

Према Шестом извјештају IPCC из 2021. године, свака од посљедње четири деценије била је сукцесивно топлија (IPCC 2021). У прве двије деценије XXI вијека (2001–2020) забиљежено је глобално повећање температуре за 0,99 °C (интервал од 0,84 °C до 1,10 °C) у односу на период 1850–1900. Глобална температура била је 1,09 °C виша (интервал 0,95 °C до 1,20 °C) у периоду 2011–

2020. у односу на период 1850–1900. Већи пораст температуре забиљежен је изнад копна и износи 1,59 °C (интервал од 1,34 °C до 1,83 °C), у односу на температуре мјерене изнад океана, гдје је забиљежен просјечан пораст температуре од 0,88 °C (интервал 0,68 °C до 1,01 °C) (IPCC 2021).

Од почетка XX вијека, просјечна температура земљине површине повећала се за 1,2 °C (World Meteorological Organization 2020). Притом је пораст температуре ваздуха на копну скоро двоструко већи од просјечног. Виша температура ваздуха убрзава процесе испаравања воде у атмосферу и повећава њену способност да прима и задржи воду. С повећавањем количине влаге у атмосфери долази и до измијењене дистрибуције падавина, која различито утиче на поједина мјеста на планети. Посљедица убрзаног испаравања је да на неким подручјима може доћи до суше, док се на другим подручјима јавља вишак падавина. Нажалост, у посљедњих неколико деценија све су учесталије екстремне климатске појаве: с једне стране у одређеним регионима су присутне све чешће поплаве и олујно невријеме, док су с друге стране у другим регионима све дуготрајнији и интензивнији сушни периоди. Глобално загријавање доводи до топљења леда на Арктику и Антарктику, што има за посљедицу подизање нивоа мора. На копну се интензивније топе ледници и снијег на високим планинама, што утиче на протицај ријека које извиру у планинским предјелима (Cubasch et al. 2013). Очекује се да ће се повећати водостај великих ријека чија су изворишта у планинским масивима, као што су ријеке Дунав и Рајна. С друге стране, усљед смањења снежних падавина, смањења ледника и споријег обнављања водоносног слоја, љети ће бити мање воде за компензацију ниских протицаја (Кнежевић и сар. 2013). Промјене температуре ваздуха и количине падавина изузетно су важне за биодиверзитет и функционисање екосистема у цјелини. Виша температура ваздуха доводи до повећане стопе евапотранспирације, што утиче не само директно на вегетацију већ и индиректно на водни биланс читавог региона (Alexander et al. 2006).

Пораст температуре ваздуха утиче и на повећану потрошњу воде, па је осим веће количине воде за пиће неопходна и знатно већа количина воде за одржавање пољопривредне производње. Притом се, усљед глобалног повећања температуре, количина воде која је на располагању може знатно смањити. Због тога је вода као ресурс од ког зависи социјални и економски развој, све чешће предмет међудржавних спорова. С једне стране, расте схватање тржишне вриједности воде као робног добра, док с друге стране расте и схватање становништва о значају воде са различитих аспеката и све више се тражи укључивање јавности у доношење одлука о управљању водним ресурсима.

Екстремне појаве изазване климатским промјенама не утичу искључиво на доступност воде и њен квантитет, већ у знатној мјери доводе и до погоршања квалитета воде. У сушном периоду смањује се количина воде услед чега се повећава концентрација суспендованих и свих других материја присутних у води, што има за последицу нарушавање њеног квалитета. У случају појаве интензивних падавина, а нарочито кад дође до плављења околних површина, без обзира на то што је присутна већа количина воде него што је уобичајено па је и разблажење веће, спирањем околног земљишта у површинске воде се уноси велика количина честица. Поред тога што се повећава концентрација суспендованих материја, на овај начин у воде доспијевају и загађујуће материје различитог поријекла, ђубрива, пестициди, излива се канализациони садржај итд, што такође доводи до детериорације како површинских, тако и подземних вода. Притом треба напоменути да у постојећим климатским моделима унос загађења у водне системе, инфилтрацијом у аквифере или емисијом у водне токове, као процес нису поуздано симулирани, а знатно утичу на квалитет како површинских, тако и подземних вода.

Подизање температуре ваздуха доводи до загријавања воде, што има за последицу интензивнији развој алги и цијанобактерија. Долази до промјена у фенологији и помјерању слатководних врста према сјеверу. Повишена температура воде утиче и на промјену времена прољећног цвјетања алги и цијанобактерија, што даље утиче не само на рибљи фонд већ и на погоршање квалитета воде у цјелини (Декић и сар. 2020). Дакле, климатске промјене поред тога што могу довести до погоршања квалитета и квантитета воде, посредно утичу и на биоценозе које насељавају водене екосистеме.

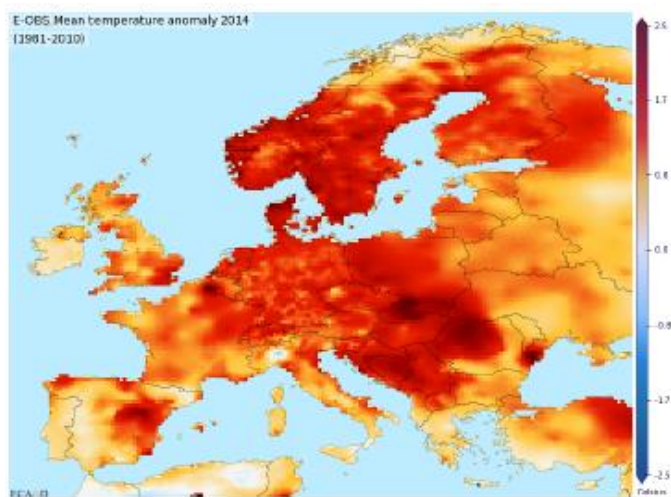
Симулациони модели нарочито издвајају два проблема који у свијету све више долазе до изражаја, а то су суша и недостатак воде. Обје појаве знатно утичу не само на квалитет воде већ и на стабилност како водених, тако и копнених екосистема који у потпуности зависе од доступне воде. Поред утицаја на екосистеме, суша и недостатак воде имају и низ негативних економских последица, при чему су највише угрожени пољопривреда, снабдијевање становништва водом за пиће и сектор енергетике (ЈУ Воде Српске 2021а). Услед климатских промјена рашће и потреба за водом. У неким областима, нарочито оним са високим демографским растом, потребна количина воде за наводњавање ће се знатно повећати, при чему се њена доступност може у великој мјери смањити. Климатске промјене условљавају да су потребе за водом високо зависне од прилагођавања у новим условима, а повећање конфликта између корисника воде (домаћинства, пољопривреда и индустрија) с временом ће бити све израженије (Симоновић 2015).

10.2. Утицај климатских промјена на водне ресурсе у Европи

Климатолошки симулациони модели предвиђају све већи број врелих дана и топлотних таласа у будућности, који ће имати за посљедицу повећање интензитета и учесталости сушних периода, али и локално и регионално повећање екстремно обилних падавина. Очекује се да ће климатске промјене имати различите утицаје на воде у Европи у зависности од региона (European Environment Agency 2020). У сјеверној и континенталној Европи очекује се већа количина падавина и повећан ризик од поплава, док ће у јужној Европи периоди суше бити све дуготрајнији, што ће утицати и на смањење протицаја у водотоцима, као и на смањено обнављање воде у аквиферима (водоносном слоју). Средњи годишњи ријечни протицаји повећаваће се на сјеверу и истоку, а смањивати на југу Европе (European Environment Agency 2020). Већ сада се у планинским регионима уочава смањење снијежног покривача и топљење европских ледника, што свакако утиче на водни биланс у низводним подручјима. У односу на средину XIX вијека, ледници на Алпама су се смањили за око двије трећине, а од осамдесетих година XX вијека њихово топљење је знатно убрзано (European Environment Agency 2010). Очекиване су и знатне промјене у догађајима који имају сезонски циклус, са маловодним режимима у љетном периоду, када се очекују све интензивније суше, и великим водама у зимском и прољетном периоду, када ће бити учесталије поплаве у већини ријечних сливова. У наредних тридесет година не очекују се велике промјене у просјечној доступности воде у већини ријечних сливова. Међутим, дугорочни сценарији предвиђају да ће у сјеверној и источној Европи доћи до пораста просјечног годишњег дотока воде, док ће у јужној Европи, а нарочито на подручју медитеранске регије, доћи до знатног смањења доступности водних ресурса (Dakić 2020).

За разлику од бројних других проблема у области заштите животне средине, утицај климатских промјена није географски повезан са њиховим узроцима. Као основне узроке глобалног загријавања научна заједница издваја повећање концентрације гасова у атмосфери који доводе до ефекта стаклене баште. Прије свега то су угљен-диоксид, метан, хлорофлуороугљеници, азот-субоксид и озон, који се ослобађају у атмосферу као резултат различитих антропогених активности, као што су сагоријевање фосилних горива, крчење шума и различити индустријски процеси. Дакле, иако Босна и Херцеговина спада међу земље које имају најнижу вриједност емисија гасова са ефектом стаклене баште по глави становника у Европи, тренд повећања просјечне годишње температуре ваздуха већ постоји, а промијењени су и режими падавина, што свакако директно утиче на постојеће водне ресурсе (Авдић и сар. 2013).

Компаративном анализом температура ваздуха за период 1981–2010. године у односу на период 1961–1990. године утврђено је да се просјечна годишња температура ваздуха повећала 0,4–0,8 °С, у зависности од региона. Просјечна количина падавина у току године статистички се значајно не разликује у односу на ранији период, али је забиљежен повећан број дана са интензивним падавинама, а смањен је укупан број падавинских дана, односно дошло је до промјене годишње дистрибуције падавина, што је резултовало чешћим појавама суша и поплава. У периоду 2000–2012. пет година су забиљежене као веома или екстремно суве, а четири године су пратиле екстремне поплаве (Опрашић и сар. 2016).



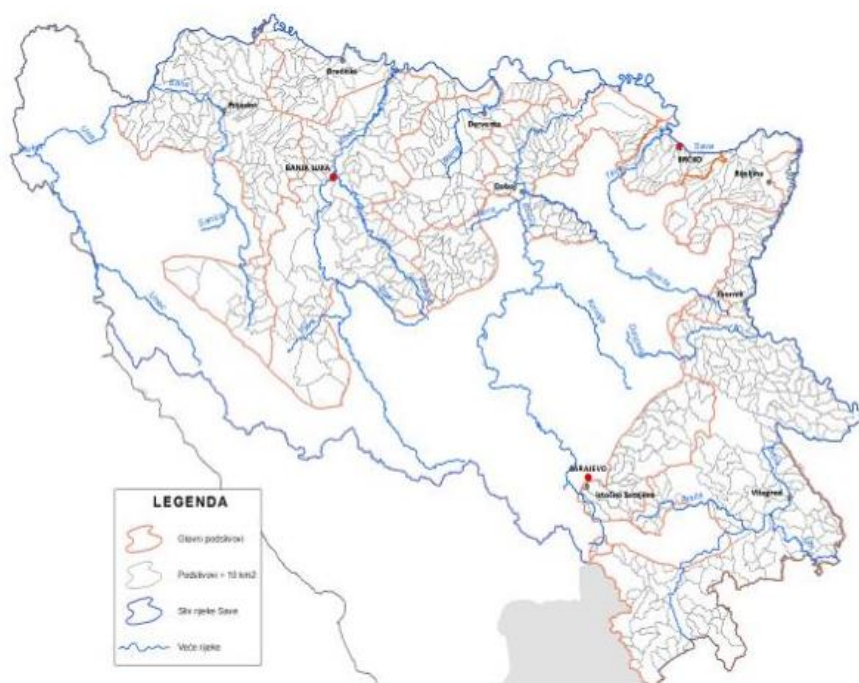
Сл. 10.1. Карта аномалија средње годишње температуре ваздуха за 2014. у односу на климатолошки просјек за период 1981–2010. године (Агенција за заштиту животне средине 2015)

Fig. 10.1. Map of anomalies of the average annual air temperature for 2014 in relation to the climatological average for the period 1981–2010 (Агенција за заштиту животне средине 2015)

На карти аномалија средње годишње температуре ваздуха за 2014. у односу на климатолошки просјек за период 1981–2010. (Сл. 10.1) јасно је видљиво да је Република Српска била један од највише погођених региона у читавој Европи, са просјечном годишњом температуром вишом за 1,1 °С до 1,2 °С у односу на претходни тридесетогодишњи период. Управо у мају 2014. године десиле су се катастрофалне поплаве, које су захватиле не само Републику Српску већ и читав регион, укључујући Федерацију Босне и Херцеговине, Брчко Дистрикт, те дијелове Хрватске и Србије.

10.3. Стање водних ресурса у Републици Српској

У поређењу са европским земљама и шире, Република Српска располаже са знатним количинама водних ресурса. У хидрографском смислу, површинске воде Републике Српске припадају сливовима Црног мора и Јадранског мора. Развође између ових сливова је приближно по гребенима планина: Лебршник–Чемерно–Зеленгора–Лелија–Трескавица–Бјелашница–Битовња–Макљен–Радуша–Цинцар–Шатор–Динара. У подручју карста развође је условљено подземном, веома развијеном, комплексном и разуђеном хидрографијом и није орографског карактера (Влада Републике Српске 2015). Базни реципијент ријека које припадају црноморском сливу је ријека Сава, док су Требишњица и Неретва главни реципијенти јадранског слива. У циљу управљања водама, а у складу са хидрографијом, према Закону о водама Републике Српске, територија Републике Српске је подијељена на два обласна ријечна слива (ОРС): Обласни ријечни слив (дистрикт) ријеке Саве и Обласни ријечни слив (дистрикт) ријеке Требишњице (Сл. 10.2. и Сл. 10.3).

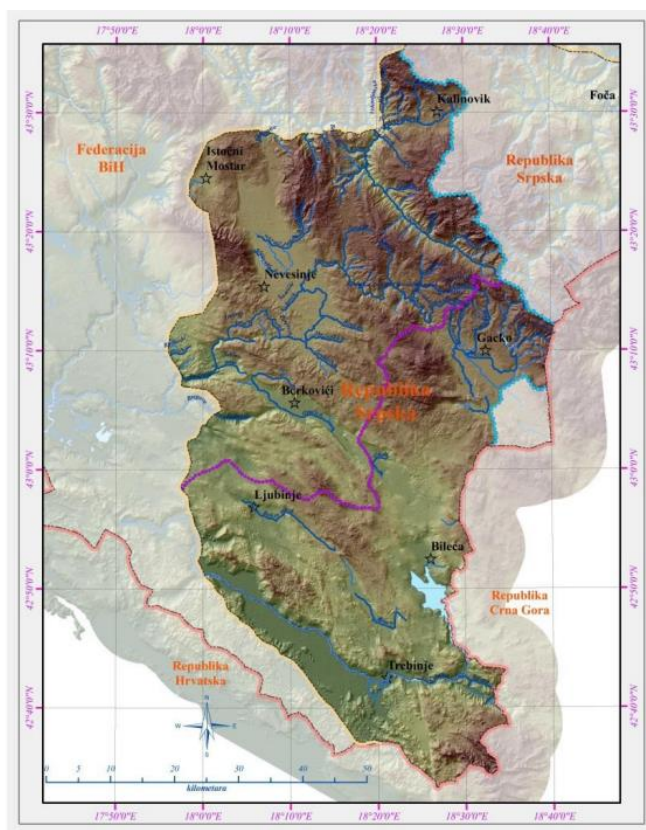


Сл. 10.2. Приказ подсливова >10 км² обласног ријечног слива (дистрикта) ријеке Саве Републике Српске (ЈУ Воде Српске 2017а)

Fig. 10.2. Overview of sub-basins > 10 km² of regional river basin (district) of the Sava River of the Republic of Srpska (ЈУ Воде Српске 2017а)

Обласни ријечни слив ријеке Саве Републике Српске сачињавају подслив ријеке Уне (3.340 км²), подслив ријеке Врбас (3.987 км²), подслив ријеке Украине (1.500 км²), подслив ријеке Босне (3.104 км²), подслив ријеке Дрине (6.146 км²) и остале директне притоке ријеке Саве (2.378 км²). Укупно је присутно 718 водних тијела, од чега су 565 водотоци сливне површине веће од 10 км² (Сл. 10.2). Укупна дужина водотока износи 5.725,5 км. Највећи број водотока припада подсливу ријеке Дрине (233), док је најмањи број водотока на подручју подслива ријеке Украине (49) (ЈУ Воде Српске 2017а).

Обласни ријечни слив ријеке Требишњице (4.058 км²) припада јадранском сливу, а сачињавају га слив Требишњице (1.980 км²) и слив Неретве у Републици Српској (2.078 км²). Чине га укупно 73 водна тијела (Сл. 10.3), од чега су 47 водотоци слива већег од 10 км² (ЈУ Воде Српске 2017б).

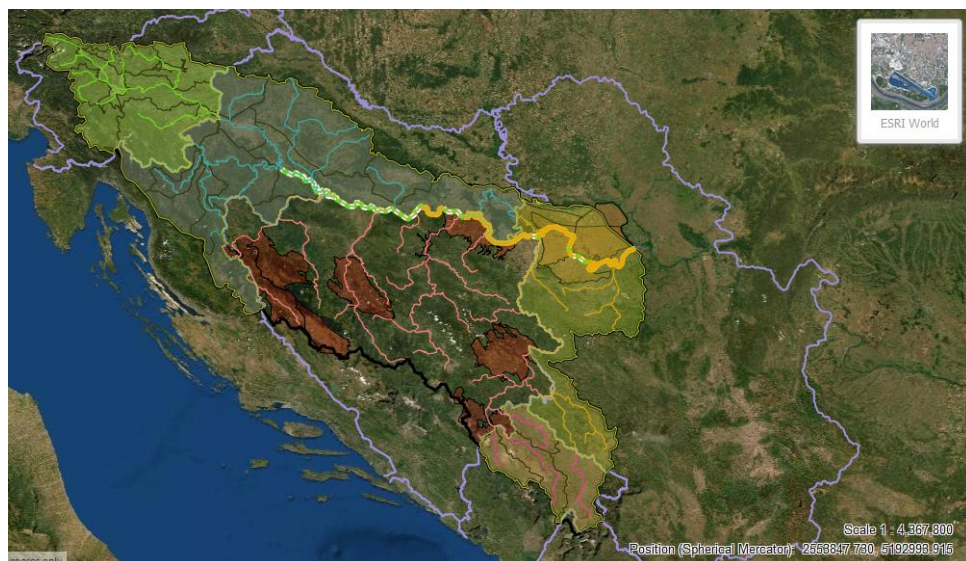


Сл. 10.3. Обласни ријечни слив (дистрикт) ријеке Требишњице (ЈУ Воде Српске 2017б)

Fig. 10.3. Regional river basin (district) of the river Trebišnjica (ЈУ Воде Српске 2017б)

Слив ријеке Требишњице због крашког терена карактерише слабо развијена површинска хидрографска мрежа. Мањи токови пониру и вода се подземним путевима са виших хоризоната прелива на ниже, што за посљедицу има тзв. „слабу доступност воде“. Подручје херцеговачког карста карактеришу карстна поља, која су током године поплављена и по неколико мјесеци. Површинске воде са Гатачког и Фатничког поља се дренажују према Требишњици и Билећком језеру, са Невесињског поља ка Буни и Неретви, док се површинске воде Дабарског поља подземном хидрографијом дренажују према Брегави, која се такође улива у Неретву и припада јадранском сливу (Влада Републике Српске 2015). Важно је напоменути да карстна поља представљају једине обрадиве површине на овом подручју, чија употребна вриједност у потпуности зависи од извора, понора и рецентних акумулација које се ту формирају (ЈУ Воде Српске 2017б).

Што се тиче подземних вода, групе подземних водних тијела покривају 32,6% површине територије Републике Српске. Најзначајније акумулације подземних вода налазе се у подручју Посавине, Подриња, Семберије и у долинским подручјима доњих токова Уне, Босне и Врбаса, као и на карстном подручју Херцеговине. На подручју слива ријеке Саве Републике Српске (Сл. 10.4) заузимају површину од око 8.055 км² (ЈУ Воде Српске 2017а).



Сл. 10.4. Приказ подземних водних тијела (дистрикта) ријеке Саве Републике Српске (Sava GIS Geoportal 2015)

Fig. 10.4. Overview of groundwater bodies (districts) of the Sava River of the Republic of Srpska (Sava GIS Geoportal 2015)

Иако је Република Српска релативно богата водним ресурсима, постојање неравномјерне просторне и временске расподеле вода услед неравномјерне дистрибуције падавина знатно утиче на њену расположивост. Просјечне годишње падавине у сјеверним дијеловима Републике Српске су релативно ниске и износе 750–850 мм годишње, при чему се највећа количина падавина јавља у прољетним мјесецима. Плувиометријски режим у Републици Српској доста је измијењен, што има за посљедицу да у току исте године долази и до појаве поплава и до суше (ЈУ Воде Српске 2017б).

Праћење квалитета површинских вода на подручју Републике Српске системски се спроводи од 2000. године при чему програм мониторинга обухвата процјену еколошког, хемијског и укупног статуса. Иако је мониторинг проширен и на водна тијела мањих сливних површина, и даље се спроводи на мање од 15% укупног броја водних тијела. Фреквенција спровођења мониторинга на појединим водним тијелима је, такође, испод прописане, што знатно смањује поузданост добијене оцјене статуса површинских вода. Основни разлог за неиспуњавање предвиђених обавеза јесу ограничена финансијска средства, али и недовољна техничка опремљеност као и недостатак људских ресурса. За она водна тијела на којима нису спроведена истраживања вршена је процјена ризика од недостизања циљева животне средине.

Према Плану управљања обласним ријечним сливом ријеке Саве Републике Српске, на основу резултата мониторинга површинских вода у периоду 2009–2014. године, извршена је оцјена статуса водних тијела у Обласном ријечном сливу ријеке Саве Републике Српске за 62 водна тијела, што представља свега 8,6% укупног броја водних тијела у Републици Српској (ЈУ Воде Српске 2017а). За 656 водних тијела за која није рађен мониторинг, оцјена статуса је извршена на основу анализе процјене ризика, при чему је као мјеродаван показатељ узиман најнеповољније оцијењени идентификовани притисак. За највећи проценат водних тијела (48%) оцијењено је да имају добар статус. Висок статус има 1%, умјерен 17%, а чак 34% водних тијела има лош статус. Најчешћи узроци лоше оцијењеног статуса водних тијела су повишене вриједности биолошке и хемијске потрошње кисеоника, концентрације азотних једињења, укупног фосфора, концентрације суспендованих материја или вриједност биотичког индекса за макроинвертебрате.

Од укупно 73 водна тијела која припадају подручју Обласног ријечног слива ријеке Требишњице, 13 представља знатно измијењена водна тијела. За 60 природних водних тијела процијењено је да 46 има висок статус и 14 добар укупни статус (ЈУ Воде Српске 2017б). Притом је мониторинг спровођен на

укупно пет мјерних профила, док је за остала водна тијела оцјена статуса извршена на основу анализе процјене ризика.

Што се тиче подземних вода, генерално се може констатовати да системски мониторинг подземних вода (квантитативни и квалитативни статус подземних вода) на територији Републике Српске још није у функцији и нема доступних адекватних података. Сва досадашња испитивања су углавном била усмјерена на провјеру квалитета подземне воде која се користи за водоснабдијевање.

На основу пројектованих климатских промјена према сценарију А1В (Gualdi et al. 2008) у случају Медитеранског слива, очекује се да ће све веће просјечне температуре и смањена расположивост воде још више погоршати тренутну осјетљивост на суше, шумске пожаре и топлотне таласе. Према наведеним пројекцијама климатске промјене ће имати негативне ефекте на запремину годишњег водног биланса на територији читаве Босне и Херцеговине, а нарочито на подручју Херцеговине. Притом треба нагласити да сценарио А1В спада у групу умјерених сценарија, који предвиђа да концентрација CO_2 на крају вијека буде око 700 ppm. Према SINTEX-5 (*Scale Interaction Experiment-5*) и ECHAM5 (*European Centre Hamburg Model 5*) моделима, очекивано повећање температуре на годишњем нивоу на територији цијеле Босне и Херцеговине до 2030. године у односу на период 1961–1990. године износи и до 1 °C. Притом се у љетном периоду очекује раст просјечне температуре и за 1,4 °C, што ће свакако довести и до промјене режима падавина. Док је у централним и планинским предјелима Босне и Херцеговине очекивано благо повећање падавина, у свим осталим предјелима се очекује њихово смањење. У периоду 2071–2100. године очекује се смањење падавина на читавој територији Босне и Херцеговине које ће нарочито бити изражено у љетном периоду. Предвиђа се да ће количина падавина у најтоплијим мјесецима у години износити свега 50% у односу на период 1961–1990. године, што ће се свакако негативно одразити на укупан годишњи водни биланс (Опрашић и сар. 2016).

Водни биланс је у директној вези са хидролошким циклусом као глобалним геофизичким процесом преко кога се остварује глобална трансформација вода између атмосфере, биосфере и хидросфере. Водена пара која се налази у атмосфери кондензује се и враћа на површину земље у облику падавина (киша, снијег, лед). Вода доспјела на површину дјелимично се акумулира у земљишту, површински или подземно отиче у језера и мора, а затим испарава са водених површина или земљишта или кроз биљни и животињски свијет и поново одлази у атмосферу. Све наведене компоненте хидролошког циклуса су мјерљиве величине, које се могу израчунати за одређену површину на бази метеоролошких и хидролошких мјерења.

С обзиром на то да је израда водног биланса неопходна у свим стратешким планирањима, као и за вођење развојне политике Републике Српске у цјелини, Завод за водопривреду из Бијељине је 2011. године израдио студију Анализа биланса вода Републике Српске, у коју су укључени сви водотоци чија је сливна површина већа од 30 км². Неки од параметара помоћу којих је могуће процијенити утицај климатских промјена на водни биланс јесу специфични отицај са сливова и међусливова (изражен у л с⁻¹ км²⁻¹) и протицај (изражен у м³ с⁻¹). Управо је специфични отицај и коришћен приликом израде водног биланса Републике Српске због недовољно изграђене мреже водомјера и недостатка осталих одговарајућих података. Према овој студији специфични отицај читавог слива Уне на ушћу износи 26 л с⁻¹ км²⁻¹, Врбаса 21,7 л с⁻¹ км²⁻¹, Дрине 20,5 л с⁻¹ км²⁻¹, Укрине 13 л с⁻¹ км²⁻¹, Тиње 10,6 л с⁻¹ км²⁻¹ (Таб. 10.1), при чему је специфични отицај нижи у низводним дијеловима ријека који су по правилу и најнасељенији и имају највеће потребе за водом. Ово је нарочито изражено за слив ријеке Дрине, код кога је укупно специфично отицање са цијелог слива 20,5 л с⁻¹ км²⁻¹, док је у доњем току, на подручју Семберије, гдје је развијена интензивна пољопривредна производња и гдје су потребе за водом и највеће, вриједност специфичног отицаја свега 7,0 л с⁻¹ км²⁻¹.

Таб. 10.1. Хидролошки параметри биланса по сливовима у Републици Српској (Влада Републике Српске 2015)

Table 10.1. Hydrological parameters of the balance by basins in the Republic of Srpska (Влада Републике Српске 2015)

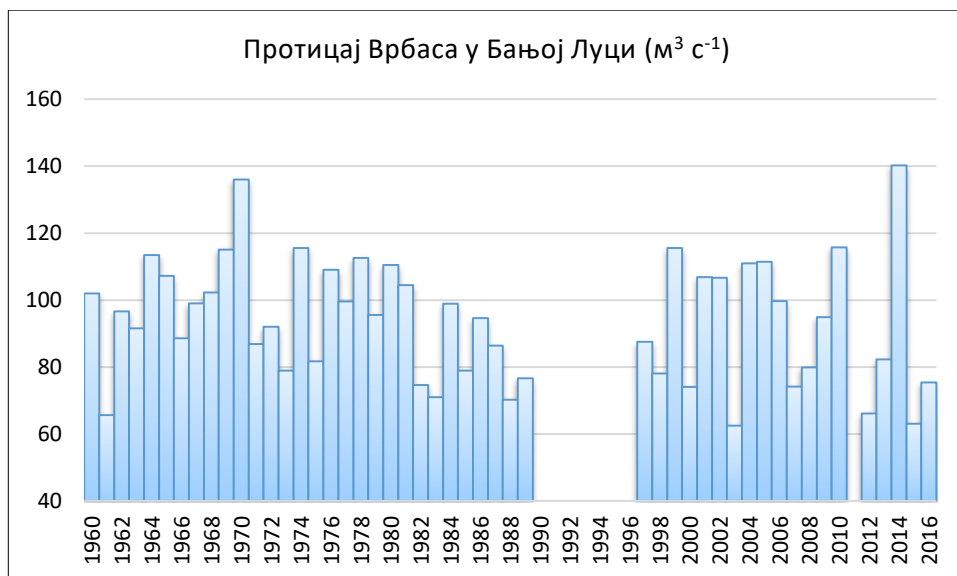
Водоток	Површина слива у Републици и Српској (км ²)	Q _{sr} (м ³ с ⁻¹) ушће	Q _{sr} (м ³ с ⁻¹) у Републици и Српској	Q _{sp} (л с ⁻¹ км ²⁻¹) Специфични отицај у Републици Српској
Уна	3.337	248,5	74,3	22,27
Врбас	3.988	136,0	77,1	19,33
Укрина	1.499	19,8	19,8	13,21
Босна	2.983	180,5	45,6	15,29
Дрина	6.357	406,0	114,6	18,03
Непосредни слив Саве	2.391	27,5	16,5	8,24
Горња Неретва	516		20,3	39,37
Невесињско поље	–		17,0	–
Брегава	–		17,5	–
Требишњица	–		80,0	–
Укупно:	24.667		485,9	19,70

Поред тога, неуједначена просторно-временска дистрибуција падавина има за посљедицу да у сјеверном подручју Републике Српске (Посавина, Лијевче поље и Семберија), у ком живи највећи број становника и који карактерише значајна пољопривредна производња, у топлим љетним мјесецима, када је вода најпотребнија, ријеке имају најниже вриједности протицаја.

Специфичне отицаје на подручју херцеговачког карста је изузетно тешко одредити због саме природе геолошке подлоге, понирања воде и њеног отицања у различитим правцима. Иако су присутне велике количине падавина које у неким зонама износе и 2.500 мм, специфична отицања сливова нису велика: у сливу ријеке Заломке износи $20 \text{ л с}^{-1} \text{ км}^{2-1}$, док специфични отицај Дабарског поља износи $47 \text{ л с}^{-1} \text{ км}^{2-1}$ (Лолић и сар. 2014). Укупно са територије Републике Српске у просјеку годишње отиче око $486 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, док вриједност просјечног специфичног отицања износи око $19,70 \text{ л с}^{-1} \text{ км}^{2-1}$.

Параметар који најбоље презентује водност као карактеристику одређеног сливног подручја јесте просјечан протицај. У сврху процјене утицаја климатских промјена на водне ресурсе Републике Српске поређене су вриједности просјечних годишњих протицаја већих водотока у периоду од 1960. до 2016. године, у складу са доступним подацима за појединачне водотоке.

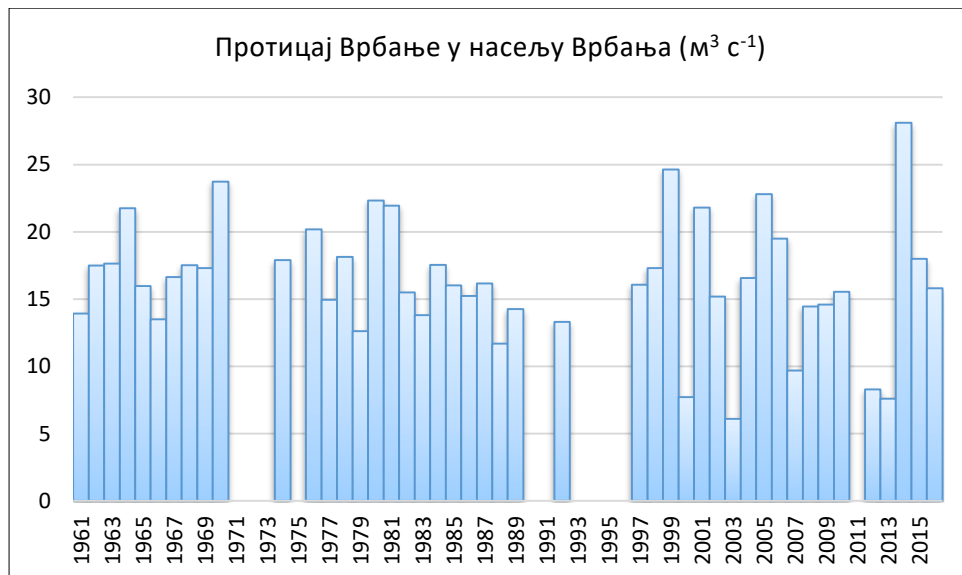
Посматрајући хистограм просјечног годишњег протицаја ријеке Врбас у Бањој Луци за период 1960–2016. године, у првих десет година анализираних периода уочава се тренд раста протицаја, уз изражене осцилације (Граф. 10.1). У наредних пет година, виша просјечна вриједност протицаја је измјерена само 1974. године, након чега је услиједио период од шест година у ком је забиљежен релативно висок годишњи просјечан протицај. Од 1980. године је примјетан опадајући тренд вриједности протицаја уз повремене осцилације. Током ратних дешавања у периоду 1991–1995. године нису вршена редовна мјерења па стога нису доступни релевантни подаци. Поредити хистограм протицаја од 1996. до 2016. године уочавају се знатно веће осцилације просјечног годишњег протицаја у односу на период од 1960. до 1990. године. Притом је у периоду од 1980. године чак 13 пута забиљежен просјечан годишњи протицај мањи од $80 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, који је у ранијем периоду забиљежен само 1961. године. Нарочито екстремна варирања просјечног годишњег протицаја забиљежена су у периоду од 2012. до 2016. године: након двије сушне године слиједила је поплава 2014. године, када је забиљежена и максимална просјечна годишња вриједност протицаја од $140,2 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, да би наредне двије године опет карактерисао сушни период са просјечним протицајем, који је у 2016. години износио свега $66,1 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$.



Граф. 10.1. Просјечне годишње вриједности протицаја ријеке Врбас на подручју Бање Луке

Graph.10.1. Average annual values of Vrbas River discharge in the Banja Luka area

На ниже вриједности просјечног годишњег протицаја са израженим знатно већим осцилацијама након 1980. године указује и хистограм протицаја ријеке Врбање на подручју насеља Врбања (Граф. 10.2). Просјечан годишњи протицај ријеке Врбање за тридесетогодишњи период од 1961. до 1990. године износио је $17,2 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, док је у наредном периоду од 1991. до 2016. године на основу доступних података износио $15,6 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, што износи 90,7% просјечног протицаја у односу на референтни тридесетогодишњи протицај. Евидентан утицај климатских промјена не огледа се само у смањеном годишњем протицају већ и у његовим знатно израженијим варирањима. У периоду од 2000. године пет пута су мјерене знатно ниже вриједности просјечног годишњег протицаја у односу на било коју годину у референтном тридесетогодишњем периоду. Такође, током пет година забиљежена је повишена вриједност годишњег протицаја, са максималном вриједношћу од $28,1 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, колико је забиљежено током поплавне 2014. године. И на овом хистограму се уочава да су изузетно кишној 2014. години претходиле двије изразито сушне године.



Граф. 10.2. Просјечне годишње вриједности протицаја ријеке Врбање на подручју насеља Врбања

Graph.10.2. Average annual values of Vrbanje River discharge in the settlement of Vrbanja area

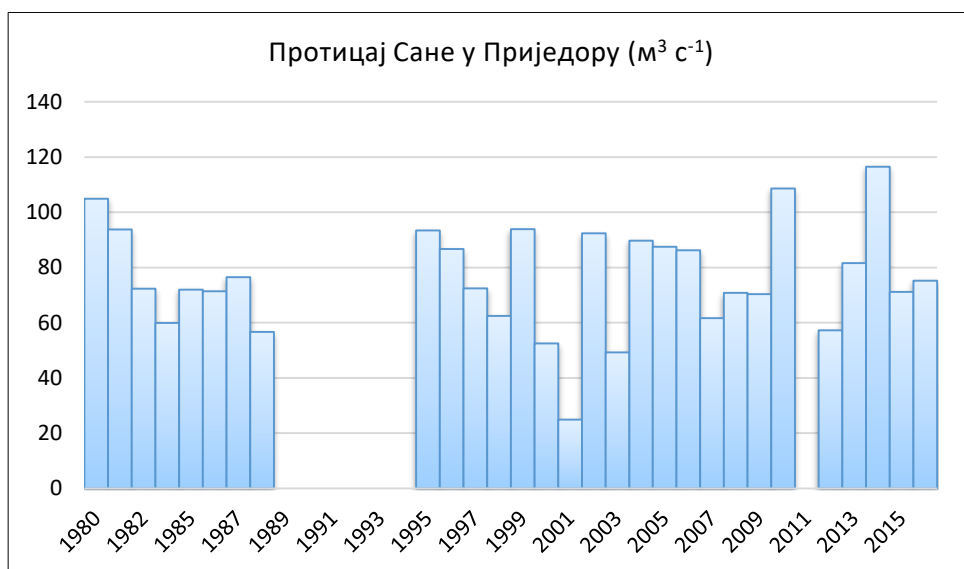
За ријеку Уну на подручју Новог Града подаци о мјерењу протицаја били су доступни само након 1980. године тако да није било могуће извршити поређење са тридесетогодишњим периодом, који препоручује Свјетска метеоролошка организација као референтну вриједност. Из Граф. 10.3. се и у случају ријеке Уне уочавају знатне осцилације просјечног годишњег протицаја, који се кретао од $131,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, колико је износио 1990. године, до $359 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ у 2014. години. Просјечан годишњи протицај ријеке Уне за двадесетогодишњи период од 1981. до 2000. године износио је $204,3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, док је у наредном периоду од 2001. до 2016. године на основу доступних података износио $226,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, што одговара повећању просјечног протицаја за 11,1% у односу на референтни двадесетогодишњи протицај.

Слична ситуација је и са ријеком Саном на подручју Приједора (Граф. 10.4): присутне су изражене осцилације просјечног годишњег протицаја, чија је најнижа вриједност забиљежена 2001. године, када је износила свега $24,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, док је у 2014. години износила $116,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, што је скоро пет пута више. Просјечан годишњи протицај за два поређена периода је идентичан и износи $76,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.



Граф. 10.3. Просјечне годишње вриједности протицаја ријеке Уне на подручју Новог Града

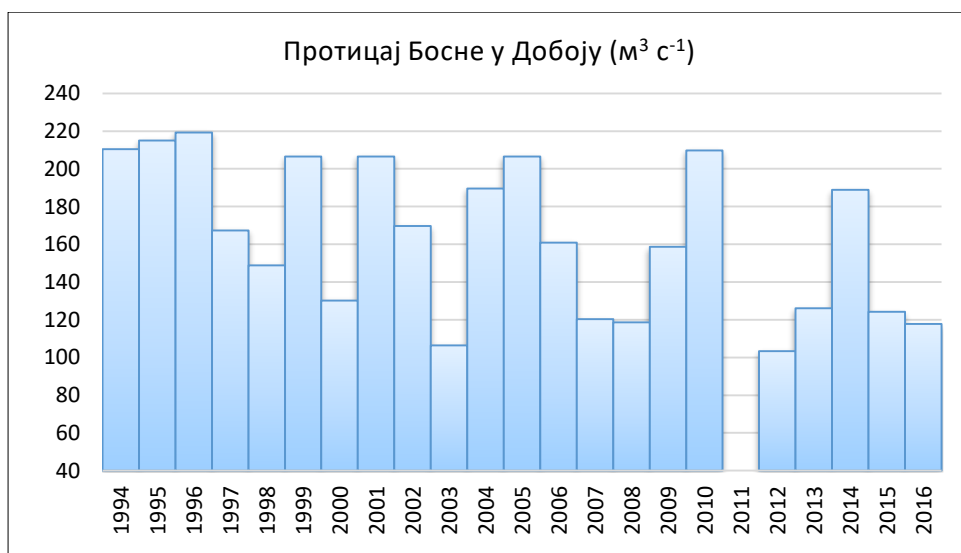
Graph.10.3. Average annual values of Una River discharge in the Novi Grad area



Граф. 10.4. Просјечне годишње вриједности протицаја ријеке Сане на подручју Приједора

Graph.10.4. Average annual values of Sana River discharge in the Prijedor area

За ријеку Босну на подручју града Добоја вриједности протицаја су праћене од 1987. године са изузетком периода ратних дешавања. На Граф. 10.5. се уочава опадајући тренд просјечног годишњег протицаја са израженим осцилацијама. Просјечан годишњи протицај за двадесетогодишњи период од 1987. до 2007. године износио је $170,2 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, док у наредном десетогодишњем периоду од 2007. до 2016. године износио $140,8 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, што указује на смањење просјечног протицаја за чак 17,3% у односу на референтни двадесетогодишњи протицај. Притом је сигнификантно да је 2014. године, када је ријека Босна поплавила подручје града Добоја и када је у мају забиљежена рекордна вриједност мјесечног протицаја од $612 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, просјечна годишња вриједност протицаја је износила $188,8 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$, док је у периоду откад су доступни подаци мјерења чак седам пута имала вриједности изнад $200 \text{ м}^3 \text{ с}^{-1}$. Оваква дистрибуција просјечних годишњих протицаја резултат је великих варирања протицаја на мјесечном нивоу, односно изразито изражених осцилација протицаја у различитим периодима године.



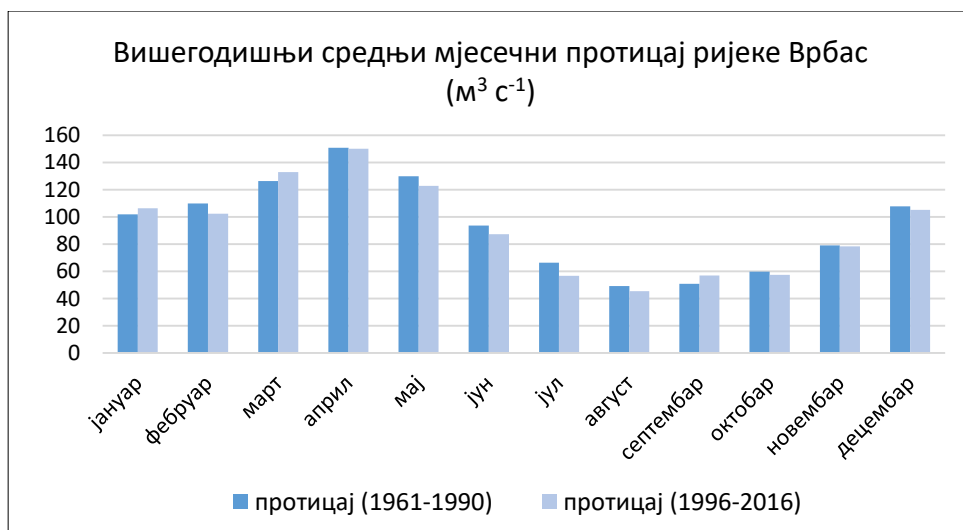
Граф. 10.5. Просјечне годишње вриједности протицаја Босне на подручју Добоја

Graph.10.5. Average annual values of Bosna River discharge in the Doboja area

Будући да вриједност протицаја ријека у току године знатно варира, поред просјечних годишњих протицаја израчунати су просјечни мјесечни протицаји за вишегодишње периоде. Анализа просјечног мјесечног протицаја за ријеке Врбас и Врбању урађена је за два вишегодишња периода: за период 1961–1990. године и за период 1996–2016. године, у складу са доступним подацима.

Како би се уочило постојање везе између климатских карактеристика и водног режима, израђени су графикони на којима се уочавају разлике у просјечном мјесечном протицају водотока током два наведена периода (Граф. 10.6. и Граф. 10.7).

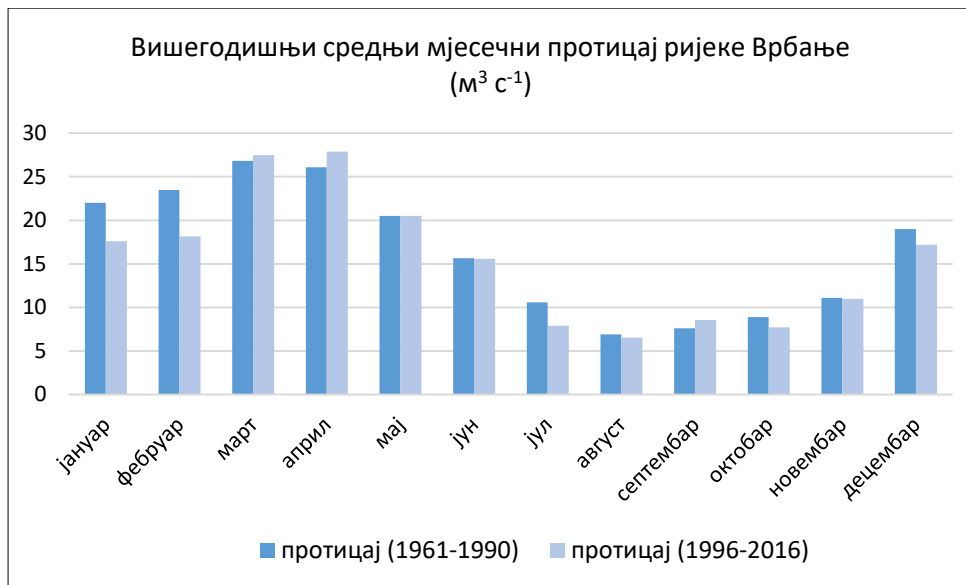
Графикон вишегодишњих мјесечних протицаја ријеке Врбас (Граф. 10.6) указује да су у периоду 1996–2016. године током већег дијела године мјерени мањи средњи мјесечни протицаји у односу на референтни период 1961–1990. године. Изузетак су мјесеци јануар, март и септембар, када су мјесечни протицаји били нешто виши него у референтном периоду. Притом је чак и у мају, када се десила велика поплава 2014. године, вриједност протицаја била нижа него у претходном периоду.



Граф. 10.6. Вишегодишњи средњи мјесечни протицаји ријеке Врбас на подручју Бање Луке

Graph.10.6. Perennial mean monthly discharge of the Vrbas River in the Banja Luka area

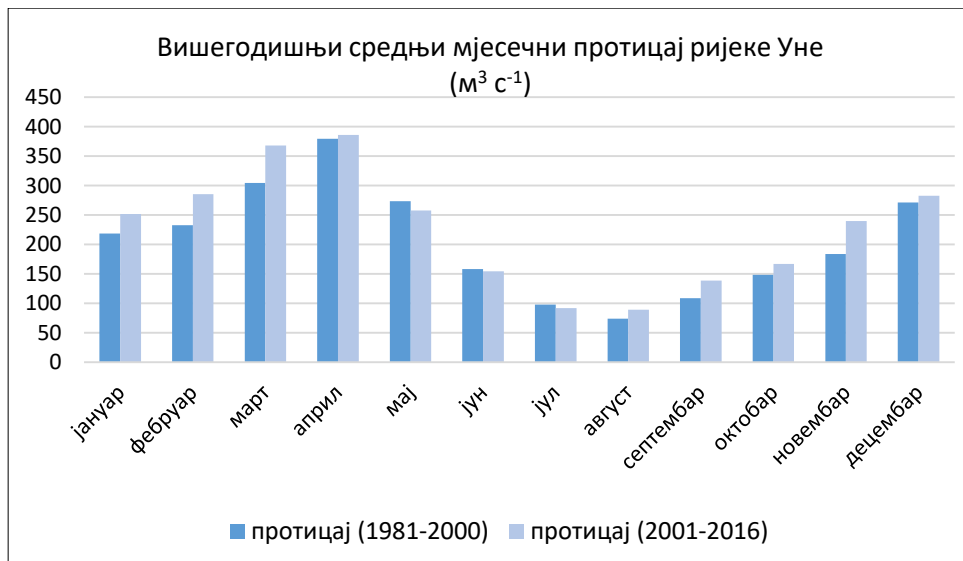
Слични резултати су добијени и анализом поређења вишегодишњих мјесечних протицаја ријеке Врбање (Граф. 10.7). Више вриједности протицаја мјерене су током већег дијела године у референтном тридесетогодишњем периоду, при чему је највећа разлика забиљежена у јануару, фебруару и јулу.



Граф. 10.7. Вишегодишњи средњи мјесечни протицаји ријеке Врбање на подручју насеља Врбања

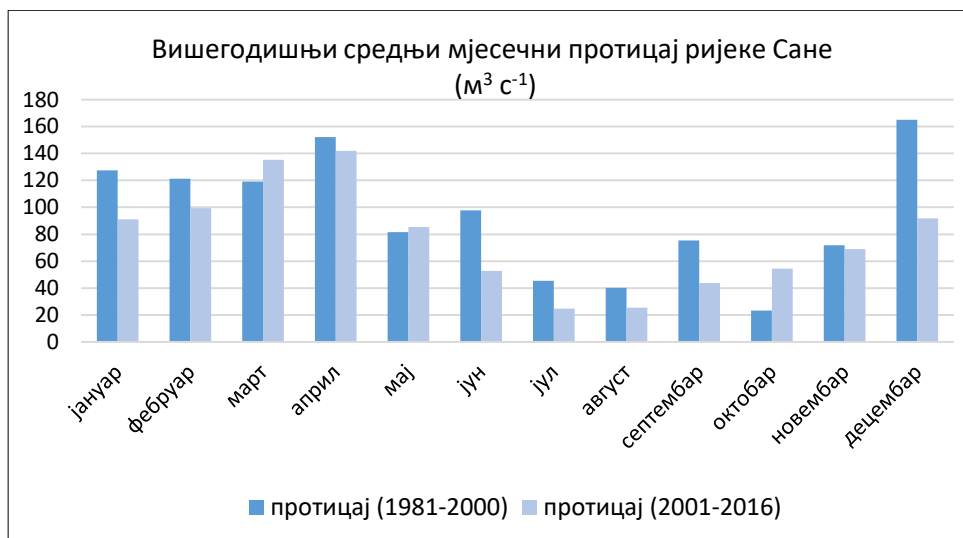
Graph.10.7. Perennial mean monthly discharge of the Vrbanja River in the area of the settlement of Vrbanja

За ријеке Уну и Сану доступни су подаци о мјесечном протицају за период од 1980. године, па је као референтни узет период 1981–2000. године, са којим су поређене вриједности мјесечних протицаја за период 2001–2016. године. За разлику од осталих праћених водотока, ријека Уна биљежи више просјечне вриједности мјесечних протицаја у односу на референтни период (Граф. 10.8). Незнатно ниже вриједности протицаја забиљежене су само у мају и јуну. Као и код осталих водотока, протицај варира током године и највиши је у априлу, а најнижи у августу. Што се тиче ријеке Сане на подручју града Приједора, ниже вриједности просјечног мјесечног протицаја забиљежене су у периоду након 2000. године, при чему је у јануару, јуну, септембру и децембру ова разлика била веома изражена (Граф. 10.9). Током марта, маја и октобра у референтном периоду су забиљежене нешто ниже вриједности мјесечног протицаја, тако да је у коначници просјечан годишњи протицај за ова два периода уједначен.



Граф. 10.8. Вишегодишњи средњи мјесечни протицаји ријеке Уне на подручју Новог Града

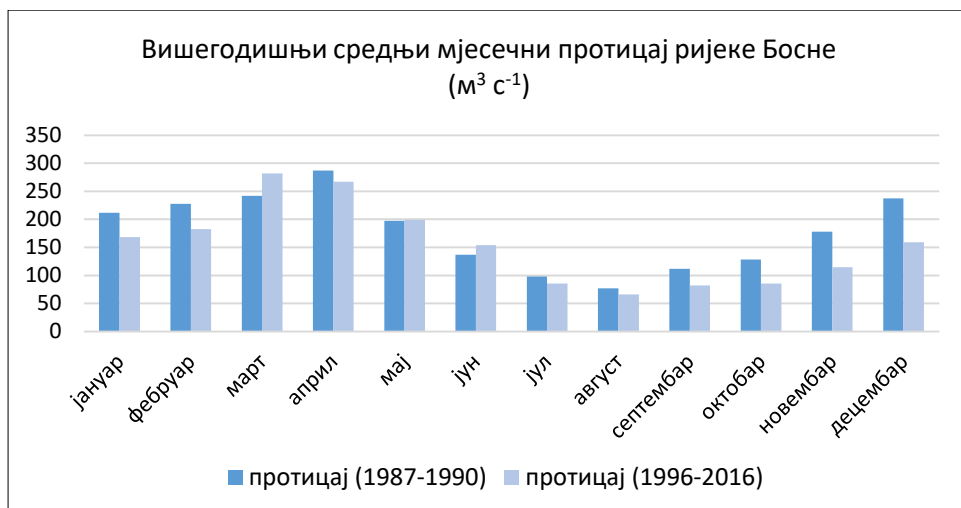
Graph.10.8. Perennial mean monthly discharge of the Una River in the area of Novi Grad



Граф. 10.9. Вишегодишњи средњи мјесечни протицаји ријеке Сане на подручју Приједора

Graph.10.9. Perennial mean monthly discharge of the Sana River in the area of Prijedor

За ријеку Босну су доступни подаци о мјесечном протицају за период од 1987. године, па је као референтни узет период 1987–2000. године, са којим су поређене вриједности мјесечних протицаја за период 2001–2016. године (Граф. 10.10). На хистограму просјечних мјесечних протицаја ријеке Босне уочава се да је током већег дијела године протицај смањен у односу на референтни период. Најизраженија разлика је била током хладнијих мјесеци, док је у верификационом периоду виши протицај забиљежен у прољетним мјесецима, односно у марту, мају и јуну. Притом је и у мају, када је ријека Босна изазвала велику поплаву на датом локалитету и када је измјерена највиша вриједност протицаја откад се уопште врши његово мјерење, та разлика у односу на референтни период била без статистичког значаја. Што се тиче мјесечне дистрибуције протицаја, као и на осталим праћеним локалитетима, највише просјечне мјесечне вриједности су биљежене у марту и априлу, док је у љетном периоду протицај Босне био знатно нижи, са минимално измјереним вриједностима у августу.



Граф. 10.10. Вишегодишњи средњи мјесечни протицаји ријеке Босне на подручју Добоја

Graph. 10.10. Perennial mean monthly discharge of the Bosna River in the area of Doboja

Резултати приказане анализе указују на смањење водности сливних подручја ријека Врбас, Врбања и Босна. На западу Републике Српске ситуација у погледу водности је другачија: у сливу ријеке Уне дошло је до повећања водности, док у сливу ријеке Сане нема статистички значајне разлике између референтног и верификационог периода. За све праћене сливове карактеристично је

присуство сезона које су богатије или сиромашније водом. Највише вишегодишње вриједности мјесечног протицаја забиљежене су у априлу, а најниже у августу. У љетном периоду, када су потребе за водом највише изражене, доступна је најмања количина воде.

Што се тиче подручја херцеговачког карста, усљед неравномјерне дистрибуције падавина, али и геолошке природе терена, јавља се низ специфичности, због чега се вриједности протицаја не могу приказати као што су приказане у сливу ријеке Саве. Херцеговачка крашка поља се, без обзира на релативно високу количину падавина током године, сматрају безводним, будући да вода веома брзо понире па је површинска хидрографска мрежа слабо развијена (Лолић и сар. 2011). Подручје Орјена је карактеристично по томе што представља најкишовитије подручје у Европи. Воде с овог подручја дренажу се у ријеку Заплатницу, која се улива у Сушицу – лијеву притоку Горичког језера. За вријеме великих падавина у Горичко језеро доспијевају таласи великих вода са брзим концентрацијама поводња, које неријетко износе свега један дан. Због тога је неопходно адекватно управљање како не би дошло до изливања ријеке Требишњице на подручју града Требиња. С друге стране, у сушном љетном периоду знатан број водотока на подручју источне Херцеговине у потпуности пресушује. Требишњица је у сушном периоду текла од врела до Дражин дола, а затим је њен ток пресушивао на дужини од 65 км. Ток Заломке пресушује на дужини преко 45 км, а ток Брегаве љети пресуши на дужини већој од 20 км. Ток ријеке Мушнице љети кроз Мало Гатачко поље у потпуности пресушује, а кроз Гатачко поље протицај је минималан. Кроз Попово поље ток Мушнице је трансформисан у стални ток изградњом ХЕ Чапљина (ЈУ Воде Српске 2017б).

Завод за водопривреду је 2020. године израдио Студију економских утицаја климатских промјена на хидроенергетски сектор у Републици Српској – вишенамјенски хидроенергетски систем Требишњица у којој су извршене детаљне хидролошке анализе утицаја климатских промјена на подручју хидросистема Требишњица. За идентификацију је коришћен тридесетогодишњи период од 1961. до 1990. године, што је важећи референтни период Свјетске метеоролошке организације, док су за верификацију коришћени подаци са 18 локалитета за период од 2006. до 2018. године. На основу девет модела направљена је медијана прогнозе за блиску будућност (тридесетогодишњи период од 2021. до 2050. године) и далеку будућност до краја XXI вијека. Студијом је закључено да ће климатске промјене утицати како на температуру ваздуха, тако и на ниво падавина у будућности. Према наведеним прогнозама очекује се повећање падавина у блиској будућности у распону од 3,8% до 17,1% са просјечним повећањем протицаја од 9,1%. Слични резултати су добијени и за далеку будућност: очекивано је повећање падавина у распону

од 3,7% до 17,0% са просјечним повећањем протицаја од 9,2%. На нивое протицаја постоје како утицаји падавина, тако и утицаји повећаних температура ваздуха. Притом се утицаји повећаних температура ваздуха манифестују повећањем испаравања, док се утицаји падавина манифестују утицајем на сливове у цјелини, као и директним утицајем на површине акумулација. У укупном билансу вода, нарочито када су акумулације у питању, повећано испаравање усљед повишене температуре и повећана количина падавина имају супротан ефекат, па је њихово збирно дејство мање од 1% у корист повећања протицаја (Energoprojekt – Hidroinženjering ad. i Zavod za vodoprivredu 2019–2020).

Што се тиче квалитативног аспекта, будући да се системски мониторинг спроводи тек посљедњих 20 година, и то на мање од 15% од укупног броја водних тијела, због недовољног броја података још није могуће утврдити у којој су мјери присутне посљедице утицаја климатских промјена на квалитет површинских и подземних вода на подручју Републике Српске (Лолић и сар. 2019; Rudberg i сар. 2022). Да би се утицај климатских промјена конкретно утврдио, неопходан је дужи период осматрања, који укључује препоручени тридесетогодишњи референтни период, као и мјерење хидролошких параметара и одређивање укупног статуса вода за већи број површинских и подземних водних тијела.

10.4. Закључак

Непобитно је да је антропогени утицај на климу присутан на свјетском нивоу и да су посљедице у виду екстремних појава све чешће изражене. Поређењем просјечних годишњих и мјесечних протицаја одабраних већих водотока у сливу ријеке Саве на подручју Републике Српске у периоду од 1960. до 2016. године, утврђено је да су посљедице глобалног загријавања на водне ресурсе свакако присутне, али да су неуједначене у различитим регионима. Док су у сјеверозападном дијелу Републике Српске просјечни годишњи и мјесечни протицаји виши у периоду након 2000. године, ријеке Врбас, Врбања и Босна имају знатно ниже вриједности протока у односу на референтни период. За све праћене водотоке карактеристичне су знатне осцилације протицаја, које се манифестују смјеном изразито сушних година са годинама у којима долази до поплава. Уколико се под хитно не спроведу мјере којим ће се, ако не у потпуности спријечити, онда бар ублажити негативан утицај климатских промјена, оне веома брзо могу довести до озбиљних и неповратних посљедица на екосистеме у цјелини.

Литература

- Авдић С, Цупаћ Р, Таис М, Јакшић Б, Мухаремовић А, Хусика А, Рајчевић Б, Стојановић Б, Црногорац Ч, Бајић Д, Стефановић Ђ, Војиновић Ђ, Стојисављевић Д, Арнаутовић Аксић Д, Хаџић Е, Купусовић Е, Поповић Г, Тица Г, Чустовић Х, Мочевић К, Володер М, Карабеговић М, Матаруга М, Котур М, Рудан Н, Илић П, Декић Р, Ѓато Р, Радић Р, Хоџић С, Ђур С, Поповић С, Јелисић С, Ђурђевић В, Мајсторовић Ж, Јагодић З (2013) Други национални извјештај Босне и Херцеговине у складу са оквирном конвенцијом Уједињених нација. Министарство вањске трговине и економских односа БиХ, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, Министарство околиша и туризма Федерације БиХ, UNDP, GEF, стр 206
- Alexander LV, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzadeh F, Tagipour A, Rupa Kumar K, Revadekar J, Griffiths G, Vincent L, Stephenson DB, Burn J, Aguilar E, Brunet M, Taylor M, New M, Zhai P, Rusticucci M, Vazquez-Aguirre JL (2006) Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 111(D5):D05109. doi.10.1029/2005JD006290
- Агенција за заштиту животне средине (2015) Воде Србије – у времену прилагођавања на климатске промене. Република Србија, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд, стр 184
- Влада Републике Српске (2015) Стратегија интегралног управљања водама Републике Српске 2015–2024. Доступно на: <http://www.voders.org/uravljanje-vodama/planski-dokumenti/>, Приступљено: 4. јуни 2021
- Gualdi S, Rajkovic B, Djurdjevic V, Castellari S, Scoccimarro E, Navarra A, Dačić M (2008) Simulations of Climate Change in the Mediterranean Area (SINTA). Final Scientific Report. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, pp 70
- Dakić (2020) Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u Bosni i Hercegovini. *Elektronički zbornik radova Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru* 19/2020
- Декић Р, Голуб Д, Лолић С, Манојловић М, Паспаљ Ј (2020) Физичко-хемијски и биолошки параметри у оцјени квалитета воде ријеке Сане (Република Српска, БиХ). У: Ђукић А (уредник) *Вода 2020: Зборник радова* 49. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода, стр 95–106. Српско друштво за заштиту вода
- Energoprojekt – Hidroinženjering ad., Zavod za vodoprivredu (2019–2020) UNDP – BiH Studija ekonomskih uticaja klimatskih promjena na hidroenergetski sektor u Republici Srpskoj – višenamjenski hidroenergetski sistem Trebišnjica. Доступно на: <https://zavodzavodoprivredu.com/studija-ekonomskih-uticaja->

- klimatskih-promjena-na-hidroenergetski-sektor-u-republici-srpskoj/, Приступљено: 4. јуни 2021
- European Environment Agency (2010) The European Environment — State and Outlook 2010: Synthesis. Доступно на: <https://www.eea.europa.eu/soer/2010/synthesis/synthesis>, Приступљено: 8. мај 2022
- European Environment Agency (2020) Climate Impacts on Water Resources. Доступно на: <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources/climateimpacts-on-water-resources>, Приступљено: 16. јун 2021
- IPCC (2014) Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, pp 151
- IPCC (2021) Summary for Policymakers. In: Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis MI, Huang M, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfield T, Yelekçi O, Yu R, Zhou B (eds) Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp 3–32. Cambridge University Press. doi.10.1017/9781009157896.001
- ЈУ Воде Српске (2017а) План управљања обласним ријечним сливом (дистриктом) ријеке Саве Републике Српске 2017–2021. Доступно на: <http://www.voders.org/upravljanje-vodama/planski-dokumenti/>, Приступљено: 4. јун 2021
- ЈУ Воде Српске (2017б). План управљања обласним ријечним сливом (дистриктом) ријеке Требишњице Републике Српске (2017–2021). Доступно на: <http://www.voders.org/upravljanje-vodama/planski-dokumenti/>, Приступљено: 4. јун 2021
- ЈУ Воде Српске (2021а) Преглед значајних питања управљања водама за обласни ријечни слив (дистрикт) ријеке Саве Републике Српске. Доступно на: <http://www.voders.org/>, Приступљено: 4. мај 2022
- ЈУ Воде Српске (2021б) Преглед значајних питања управљања водама за обласни ријечни слив (дистрикт) ријеке Требишњице Републике Српске. Доступно на: <http://www.voders.org/>, Приступљено: 4. мај 2022
- Кнежевић А, Каплина А, Хусика А, Карингтон Д, Арнаутовић Аксић Д, Џордан Г, Трбић Г, Стритих Ј, Табаковић Л, Котур М, Цупаћ Р (2013) Стратегија прилагођавања на климатске промјене и нискоемисионог развоја за Босну и Херцеговину. Министарство вањске трговине и економских односа БиХ, Министарство околиша и туризма Федерације БиХ, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, UNDP, GEF, стр 94
- Лолић С, Декић Р, Јањић Н, Иванц А, Ерић Ж (2011) Циркануална варирања квалитета воде изворишта у руралном региону Источне Херцеговине. *Агрознање* 12(3):325–335

- Лолић С, Декић Р, Манојловић М, Иванц А, Ерић Ж, Мандић М (2014) Квалитет воде одабраних водотока на подручју Дабарског поља. У: Макић Х, Бећирај А, Ибрахимпашић Ј, Џаферовић А, Талић М (уредници) Други научно-стручни скуп са међународним учешћем „5. јуни – Свјетски дан заштите околиша“ – Зборник радова, стр 106–110. Универзитет у Бихаћу, Биотехнички факултет
- Лолић С, Голуб Д, Декић Р, Манојловић М, Паспаљ Ј (2019) Квалитет воде неких притока ријеке Дрине у Републици Српској (БиХ): микробиолошка и иктиолошка истраживања. У: Ђукић А (уредник) Вода 2019: Зборник радова 48. годишње конференције о актуелним проблемима коришћења и заштите вода, стр 205–214. Српско друштво за заштиту вода
- Опрашић С, Авдић С, Селманагић Бајровић А, Мухаремовић А, Прашовић С, Трбић Г, Хусика А, Крајиновић Б, Стојановић Б, Зорић, Б, Благојевић В, Ђурђевић В, Тица Г, Бајић Д, Арнаутовић-Аксић Д, Војиновић Ђ, Захировић Е, Кречинић Е, Омерчић Е, Купусовић Е, Вујковић З, Мусић И, Чизмић И, Копрена Ј, Чоловић-Даул М, Таис М, Володер М, Љуша М, Карабеговић М, Матаруга М, Котур М, Рудан Н, Дрешковић Н, Беговић П, Декић Р, Њато Р, Радић Р, Хоџић С, Ступар С, Копрановић С, Чустовић Х, Републички хидрометеоролошки завод, Федерални хидрометеоролошки завод (2016) Трећи национални извјештај (ТНС) БиХ и Други двогодишњи извјештај о емисији стакленичких плинова (SBUR) БиХ. Министарство вањске трговине и економских односа БиХ, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске, Министарство околиша и туризма Федерације БиХ, UNDP, GEF, стр 257
- Rudberg P, Čengić S, Lolić S, Čaušević A, Pedegimas B (2022) Projekat BiH ESAP 2030+. Treći BH kongres o vodama, 11 – 12. maj 2022, Sarajevo, Udruženje Konsultanata Inženjera Bosne i Hercegovine, Zbornik radova, str 146–157
- Sava GIS Geoportala (2015) 2nd Sava RBM Analysis. Доступно на: <http://savagis.org/map>, Приступљено: 4. мај 2022
- Симоновић С (2015) Управљање водним ресурсима: Нови приступ условљен климатским променама. Воде Србије – у времену прилагођавања на климатске промене. Агенција за заштиту животне средине, Београд
- Cubasch U, Wuebbles D, Chen D, Facchini MC, Frame D, Mahowald N, Winther J-G (2013) Introduction. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds), Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp 119–158. Cambridge University Press
- World Meteorological Organization (2020) The State of the Global Climate 2020. Доступно на: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>, Приступљено: 4. јун 2021

Climate Change Impact on Water Resources in the Republic of Srpska

Svjetlana Lolić

Summary

Global warming, in addition to population growth and intensive industrialization, is one of the most significant pressures on water resources worldwide. The most significant impacts of climate change that directly affect water resources are changes in the distribution of precipitation and snow cover, as well as the increased frequency of floods and droughts. Analyzes of average annual temperatures in the last 60 years have shown that the trend of increasing the average annual air temperature in the Republic of Srpska already exists, and precipitation regimes have changed. The period after 2000 is characterized by shifts of very or extremely dry years and years in which extreme floods have been recorded. In order to determine the impact of climate change on water resources in the Republic of Srpska, a comparison of average annual and monthly discharge of watercourses for the period from 1960 until today was performed, depending on the available data for individual watercourses. After 1980, the rivers Bosna, Vrbas and Vrbanja are characterized by reduced water discharge compared to the previous period, i.e. they have lower values of the average annual discharge with significantly higher oscillations. In the West of the Republic of Srpska, the situation is different: rivers Una and Sana also have significant variations in the average annual discharge, but the river Una has a higher annual discharge after 2000 compared to the average for previous twenty-year period, while the average annual discharge of the Sana River has not changed in relation to the reference period.

Keywords: Water resources, climate change, average annual discharge

