

Uticaj klimatskih promena na vodne resurse: primer sliv reke Mlave

Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Boris Vakanjac, Saša Bakrač, Radoje Banković, Veljko Marinović



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Uticaj klimatskih promena na vodne resurse: primer sliv reke Mlave | Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Boris Vakanjac, Saša Bakrač, Radoje Banković, Veljko Marinović | Zbornik radova III Kongresa geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem, Neum, 21-23.9.2023. | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0008062>

Udruženje/udruga geologa u Bosni i Hercegovini

ZBORNİK RADOVA

III Kongres geologa Bosne i Hercegovine

sa međunarodnim učešćem



PROCEEDINGS

III Congress of Geologists of Bosnia and Herzegovina

with international participation

Neum, 21. – 23.09.2023. godine



Izdavač / Publisher

Udruženje/udruga geologa u Bosni i Hercegovini
Association of geologists in Bosnia and Herzegovina

Glavni urednici / Editors-in-chief

Ferid Skopljak, Elvir Babajić, Ćazim Šarić

Tehnička priprema / Technical Preparation

Dr.sc. Ćazim Šarić. dipl.ing.geol.

Štampa:

„Štamparija Fojnica” d.o.o. Fojnica, BiH

Tiraž:

150 primjeraka

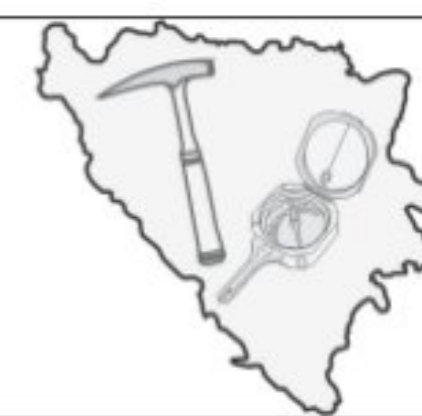
Napomena: *Autori su odgovorni za sadržaj i kvalitet svojih radova*

Note: *The authors are responsible for the content and quality of their papers*

ZBORNIK RADOVA

III KONGRES GEOLOGA BOSNE I HERCEGOVINE

ISSN 1840-4073

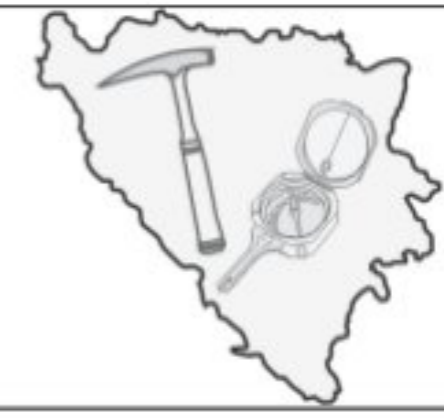


Organizacioni odbor / Organizing Committee

Mr.sc. Alojz Filipović - predsjednik
Prof. dr.sc. Ferid Skopljak - potpredsjednik
Branko Ivanković - potpredsjednik
Prof. dr. sc. Kenan Mandžić
Nenad Toholj
Mr.sc. Vedad Demir
Mr.sc. Cvjetko Sandić
Prof. dr. sc. Aleksej Milošević
Prof. dr. sc. Elvir Babajić
Josip Marinčić
Stanko Ljubić
Sedin Alispahić
Dr. sc. Ćazim Šarić
Evica Golić-Divković
Pero Jokanović
Željko Zubac

Naučni odbor / Scientific Committee

Akad. Enver Mandžić (Akademija nauka Bosne i Hercegovine)
Akad. Hazim Hrvatović (Akademija nauka Bosne i Hercegovine)
Akad. Neđo Đurić (Akademija nauka Republike Srpske)
Profesor emeritus Sejfudin Vrabac (Rudarsko geološko građevinski fakultet Tuzla)
Profesor emeritus Izet Žigić (Rudarsko geološko građevinski fakultet Tuzla)
Prof. dr.sc. Zoran Stevanović (Rudarsko geološki fakultet Beograd)
Prof. dr.sc. Ranko Cvijić (Rudarski fakultet Prijedor)
Prof. dr.sc. Dinka Pašić-Škripić (Rudarsko geološko građevinski fakultet Tuzla)
Prof. dr.sc. Sibila Borojević-Šošarić (Rudarsko geološko naftni fakultet Zagreb)
Prof. dr.sc. Zoran Nakić (Rudarsko geološko naftni fakultet Zagreb)
Prof. dr.sc. Đenari Ćerimagić (Građevinski fakultet Sarajevo)
Doc. dr.sc. Boško Vuković (Rudarski fakultet Prijedor)
Dr. sc. Slobodan Radusinović (Geološki zavod Crne Gore)
Dr.sc. Stjepan Ćorić (Geološki zavod Austrije)
Dr.sc. Miloš Bavec (Geološki zavod Slovenije)
Prof. dr.sc. Slobodan Miko (Hrvatski geološki institut)
Prof. dr.sc. Dragoman Rabrenović (Geološki zavod Srbije)
Prof. dr.sc. Tea Kolar-Jurkovšek (Geološki zavod Slovenije)
Prof. dr.sc. Ljupko Rundić (Rudarsko geološki fakultet Beograd)



SPONZORI / SPONSORS

Generalni sponzor:

D.O.O. „IPIN Institut za primijenjenu geologiju i vodoinženjering” Bijeljina

Pokrovitelji:

“ADRIATIC METALS” Bosnia & Herzegovina

“DRILLEX BH” d.o.o. Vareš

„LYKOS BALKAN METALS” d.o.o. Bijeljina

Donatori:

“GEOCON” d.o.o. Čitluk

“ZAVOD ZA VODOPRIVREDU” d.d. Sarajevo

“ENOVA” d.o.o. Sarajevo

“IPSA INSTITUT” d.o.o. Sarajevo

“GEOKONZALTING” d.o.o. Sarajevo

“GEORESURSI” d.o.o. Zvornik

„IBIS - INŽENJERING” d.o.o. Banja Luka

“KRIPTOS” d.o.o. Milići

„IRM - Bor” d.o.o. Zvornik

“DRINA RESOURCES” d.o.o. Bijeljina



SADRŽAJ / CONTENT

STRATIGRAFIJA - PALETOLOGIJA - TEKTONIKA / STRATIGRAPHY - PALEONTOLOGY - TECTONICS

Zijad Ferhatbegović, Sumeja Durmić

ANALIZA MIKROFOSILA DONJEG BADENA NA PROFILU GORNJA TUZLA-POVRŠNICE
AN ANALYSIS OF THE MICROFOSSILS IN THE LOWER BADENIAN ON THE GORNJA
TUZLA-POVRŠNICE PROFILE

Katica Drobne, Mladen Trutin, Stjepan Ćorić, Vlasta Premec-Fuček, Morana Hernitz-Kučenjok,

Johannes Pignatti, Aleš Vršić, Miloš Bartol, Miloš Markič, Uroš Premru, Matej Dolenc

HERCEGOVINA, KAO POLUOTOK PALEOGENSKE JADRANSKE KARBONATNE

PLATFORME DOKAZAN SA KRUPNIM FORAMINIFERAMA U BIOZONAMA

SBZ 1 - 17, SA NANOPLAKTONOM NP 5 - 6, NP 11 - 17 I BIOSZ 1 - 4.

HERZEGOVINA, AS A PENINSULA OF THE PALEOGENE ADRIATIC CARBONATE PLATFORM,

PROVED WITH LARGER BENTHIC FORAMINIFERA IN BIOZONES SBZ 1 - 17, WITH

NANNOPLANKTON NP 5 - 6, NP 11 - 17 AND BIOSZ 1 - 4.

MINERALOGIJA - PETROLOGIJA - GEOHEMIJA / MINERALOGY - PETROLOGY - GEOCHEMISTRY

F. Jovanoski, I. Mitev, D. Rogozareva-Stavreva, Z. Ilievski

MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA, KEMIJSKA I RTG DIFRAKCIJA PRAŠKA ANALIZA ANTIČKIH

UZORAKA MALTERA SA ARHEOLOŠKOG NALAZIŠTA "STOBI" - R. MAKEDONIJA

MINERALOGICAL-PETROGRAPHIC, CHEMICAL AND X-RAY POWDER DIFFRACTION ANALYSES

OF ANCIENT MORTAR SAMPLES FROM THE ARCHAEOLOGICAL SITE

"STOBI" - R. MACEDONIA

Selma Ćatić

MINERALNO-HEMIJSKA KARAKTERIZACIJA CRVENOG MULJA SA DEPONIJE

DOBRO SELO KOD MOSTARA

MINERAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE RED MUD FROM THE

DOBRO SELO DEPOSIT NEAR MOSTAR

Danica Srećković-Batoćanin, Suzana Erić, Nikola Novičić, Nikola Pašajlić, Natalija Batoćanin

EPIDOTIZACIJA SANIDINA U KVARCLATITU GROTA

EPIDOTIZED SANIDINE IN QUARTZ-LATITE FROM GROTA

Amer Smailbegović, Enes Šerifović

POJAVE MINERALIZACIJE KOBALTA U OFIOLITSKIM ZONAMA SJEVEROZAPADNE BOSNE I

HERCEGOVINE

EVENTS OF COBALT MINERALIZATION IN OPHIOLITIC ZONES OF NORTHWESTERN BOSNIA AND

HERZEGOVINA

Alisa Babajić, Elvir Babajić

PETROGRAFSKA NOMENKLATURA MAFITNIH EKSTRUZIVNIH STIJENA

KONJUH PLANINE

PETROGRAPHIC NOMENCLATURE OF THE KONJUH MOUNTAIN MAFITE

EXTRUSIVE ROCKS



Elvir Babajić, Alisa Babajić, Selma Gegić

GEOHEMIJSKA DISTRIBUCIJA POTENCIJALNO TOKSIČNIH ELEMENATA U SPREČKOM POLJU
OPĆINE LUKAVAC

GEOCHEMICAL DISTRIBUTION OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN THE RIVER SPREČA
FIELD OF THE LUKAVAC MUNICIPALITY

Evica Divković-Golić, Ljubomir Gajić, Dražan Tokanović, Vladimir Jovičić

GEHEMIJSKI ATLAS REPUBLIKE SRPSKE

GEOCHEMICAL ATLAS OF THE REPUBLIC OF SRPSKA

Tatjana Blagojević, Radoslava Pijunović

UTICAJ PROMENE DTV I HEMIJSKOG SASTAVA PEPELA NA RAD KOTLA TE „STANARI”

INFLUENCE OF THE LCV AND CHEMICAL COMPOSITION OF ASH ON THE

OPERATION OF THE BOILER OF A TERMAL POWER PLANT „STANARI”

HIDROGEOLOGIJA - INŽENJERSKA GEOLOGIJA - GEOFIZIKA / HYDROGEOLOGY - ENGINEERING GEOLOGY - GEOPHYSICS

Ivan Antunović, Danijela Ljubić, Stanko Miškić

PROVEDENA ISTRAŽIVANJA I IZRADA DUBOKOG BUNARA NA IZVORIŠTU

BLACE KOD NEUMA

RESEARCH AND CONSTRUCTION OF A DEEP WELL AT THE SOURCE OF

BLACE NEAR NEUMA

**Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Boris Vakanjac, Saša Bakrač, Radoje Banković,
Veljko Marinović**

UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA VODNE RESURSE: PRIMER SLIV REKE MLAVE

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON WATER RESOURCES, CASE STUDY MLAVA RIVER BASIN

**Jovana Mladenović, Kresojević Milan, Dušan Polomčić, Dejan Đorđević, Boris Vakanjac,
Jugoslav Nikolić, Vesna Ristić Vakanjac**

KVANTITATIVNI STATUS PODZEMNIH VODA ALUVIJONA VELIKE MORAVE

(POTEZ BAGRDAN - UŠĆE)

QUANTITATIVE STATUS OF UNDERGROUND WATER OF VELIKA MORAVA ALLUVIUM

(BARGDAN - CONFLUENCE)

Ivan Antunović, Danijela Ljubić, Stanko Miškić

ZAŠTITA PODZEMNIH VODA ŠPILJE VJETRENICA

GROUNDWATER PROTECTION OF WINDSCREEN CAVE

Ferid Skopljak, Tamara Marković, Amir Jahić, Ćazim Šarić

POJAVA HIPERTERMALNE VODE I VODENE PARE USLJED SAMOZAPALJENJE UGLJA NA

LOKALITETU BRIJESNICA VELIKA, DOBOJ ISTOK, BOSNA I HERCEGOVINA

APPEARANCE OF HYPERTERMAL WATER AND WATER VAPOR DUE TO

SELF-IGNITION OF COAL IN BRIJESNICA VELIKA LOCATION, DOBOJ ISTOK,

BOSNIA AND HERZEGOVINA

Ćazim Šarić, Ferid Skopljak, Merisa Kaljanac

TERMALNE VODE U TURISTIČKOJ PONUDI OPĆINE OLOVO

THERMAL WATERS IN THE TOURIST OFFER OF THE MUNICIPALITY OF OLOVO

**Vesna Ristić Vakanjac, Marina Mitrašinović, Veljko Marinović, Saša Milanović, Ljiljana Vasić,
Branislav Petrović, Petar Vojnović**

ANALIZA USLOVA FORMIRANJA OTICAJA REKE RESAVE (ISTOČNA SRBIJA)

ANALYSIS OF OUTFLOW FORMING CONDITIONS OF THE RESAVA RIVER

(EASTERN SERBIA)



Damir Halilagić

130 GODINA PROCESA ODVODNJAVANJA PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA RUDNIKA
UGLJA "KREKA"
130 YEARS OF THE GROUND AND SURFACE WATER DRAINAGE PROCESS OF THE
"KREKA" COAL MINE

Ćazim Šarić, Ferid Skopljak, Sabit Begić, Senahid Kovačević

PRIRODNE I EKONOMSKE KARAKTERISTIKE GORNJEG TOKA RIJEKE KRIVAJE SA
FOKUSOM NA POJAVU TERMALNIH VODA
NATURAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE UPPER COURSE OF THE
RIVER KRIVAJA WITH A FOCUS ON THE EMERGENCE OF THERMAL WATERS

Josip Terzić, Božo Padovan, Maja Briški, Jasmina Lukač Rebereski, Ivana Boljat, Tomislav Novoseli

MAPIRANJE TOKA PODZEMNE VODE U NEPOSREDNOM ZALEĐU KRŠKOG PRIOBALNOG
IZVORA GOLUBINKA KOD ZADRA KORIŠTENJEM ELEKTRIČNE TOMOGRAFIJE
MAPPING OF GROUNDWATER FLOW IN THE DISCHARGE ZONE OF THE COASTAL KARST SPRING
GOLUBINKA USING ELECTRICAL TOMOGRAPHY

Dinka Pašić-Škripić, Šerifa Buševac Gorak

KARAKTERIZACIJA VODNIH TIJELA PODZEMNIH VODA PODRUČJA KLADNJA
CHARACTERIZATION OF WATER BODIES OF GROUNDWATER IN THE KLADNJA AREA

Amir Jahić, Dinka Pašić-Škripić, Izet Žigić

KLIZIŠTE NA REGIONALNOJ CESTI R-456 PRIBOJ-SAPNA, STACIONAŽA 14+750 km
LANDSLIDE ON REGIONAL ROAD R-456 PRIBOJ-SAPNA, STATION 14+750 km

Цвјетко Сандић, Ковиљка Лека

КЛИЗИШТА НА ПРОСТОРУ ОПШТИНЕ ТЕСЛИЋ
LANDSLIDES OF THE TERRITORY OF TESLIĆ MUNICIPALITY

**RUDNA LEŽIŠTA I EKONOMSKA GEOLOGIJA /
ORE DEPOSITS AND ECONOMIC GEOLOGY**

Emina Ademi, Taletović Nermin

GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VAREŠA SA OSVRTOM NA
LEŽIŠTE RUPICE
GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VAREŠ WITH
REFERENCE TO THE RUPICA DEPOSIT

**Boris Vakanjac, Rashkhan Nurgali, Rajko Kondžulović, Saša Mil. Stanković, Marko Stojanović,
Byambabadrakh Bayarsaikhan, Mendbayar Javkhlan**

POTENCIJALNOST NA URAN ISTRAŽNOG PODRUČJA AIL DADIIN KHAR TOLGOI-2
(JUGOISTOČNA MONGOLIJA)
URANIUM POTENTIAL OF THE EXPLORATION AREA AIL DADIIN KHAR TOLGOI-2
(SOUTHEAST MONGOLIA)

Emina Brkić, Ismir Hajdarević, Mevlida Bajrović

UGLJEVI FEDERACIJE BIH, REZERVE, PERSPEKTIVE EKSPLOATACIJE I UPOTREBE U
SVJETLU ENERGETSKE TRANZICIJE I PROCESA DEKARBONIZACIJE
COALS OF THE FEDERATION OF BIH, RESERVES, PERSPECTIVES OF EXPLOITATION
AND USE IN LIGHT OF THE ENERGY TRANSITION AND DECARBONIZATION PROCESS



GEOTURIZAM - PALEOGEOGRAFIJA GEOMORPHOLOGY - GEOTURISM – PALEOGEOGRAPHY

Alen Lepirica

VELIKA KRAŠKA POLJA BOSNE I HERCEGOVINE
LARGE KARST FIELDS OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Milorad Kličković

DIVERZITET KARSTNIH PROCESA
THE DIVERSITY OF KARST PROCESSES

Ahmed Džaferagić

PROSTORNI RASPORED I GUSTOĆA VRTAČA U VANJSKIM DINARIDIMA BOSNE I HERCEGOVINE
SPATIAL DISTRIBUTION AND DENSITY OF DOLINES IN EXTERNAL DINARIDES OF BOSNIA AND
HERZEGOVINA

Ljiljana Grujičić-Tešić

VRELO GRABOVICE – OBJEKAT GEONASLEĐA
GEOHERITAGE OBJECTS THE SOURCE OF GRABOVICA – GEOHERITAGE OBJECTS

GEOLOGIJA - OBRAZOVNI SISTEM I ASOCIJACIJE GEOLOGY - EDUCATION SYSTEM AND ASSOCIATIONS

**Kristina Šarić, Ana Fociro, Michael Wagreich, Hugo Ortner, Christoph von Hagke, Hans-Jürgen
Gawlick, Eva Gerlšová, Elvir Babajić, Darko Tibljaš, Sibila Borojević Šoštarić, Miklos Kazmer, Jolanta
Burda, Ela Machaniec, Adriana Trojanowska Olichwer, Ágnes Gál, Paul Tibuleac, Luka Gale,
Ondej Nemeč, Igor Duriška, Volker Höck, Corina Ionescu**
CEEPUS MREŽA CIII-RS-0038: VIŠE OD DVE DECENIJE NEGOVANJA SAVREMENOG
OBRAZOVANJA I NAUČNIH TRENDOVA U GEONAUKAMA
CEEPUS NETWORK CIII-RS-0038: MORE THAN TWO DECADES OF SUPPORTING CURRENT
EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC TRENDS IN GEOSCIENCES

Iris Vuković Kartal

EVROPSKA FEDERACIJA GEOLOGA I POGLED U BUDUĆNOST - PRIMER TIMREX PROJEKTA
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS AND THE OUTLOOK INTO THE FUTURE -
THE TIMREX PROJECT EXAMPLE



**HIDROGEOLOGIJA - INŽENJERSKA GEOLOGIJA - GEOFIZIKA /
HYDROGEOLOGY - ENGINEERING GEOLOGY - GEOPHYSICS**



UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA VODNE RESURSE: PRIMER SLIV REKE MLAVE

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON WATER RESOURCES, CASE STUDY MLAVA RIVER BASIN

Prof. dr Vesna Ristić Vakanjac, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet,
vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs

Prof. dr Saša Milanović, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet,
sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs

Doc. dr Ljiljana Vasić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, ljiljana.vasic@rgf.bg.ac.rs

Prof. dr Boris Vakanjac, Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković“, boris.vakanjac@vs.rs

Doc. dr Saša Bakrač, Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković“, sasa.bakrac@vs.rs

Doc. dr Radoje Banković, Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković“,
radoje.bankovic@vs.rs

Dr Veljko Marinović, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet,
veljko.marinovic@rgf.bg.ac.rs

Ključne reči: klimatske promene, režim površinskih voda, režim podzemnih voda, vrelo
Mlave, reka Mlava

Sažetak: Na teritoriji Jugoslovenske Evrope, pa samim tim i u delu gde živimo (Republika Srbija i Republika Bosna i Hercegovina) za očekivati je da dođe do značajnijeg porasta temperature vazduha u značajnijoj meri, što će imati značajnijeg uticaja na padavine, njihovu unutargodišnju raspodelu, kao i pojavu sve više prisutnih ekstremnih vrednosti (izuzetno sušnih i kišnih godina). Sve ovo će uticati i na sam režim površinskih i podzemnih voda, resursa bez kojih život na ovoj planeti ne bi ni postojao. Da bi se pratile klimatske promene, još u prošlom veku, kao nulti, referentni period predložen i usvojen je tridesetogodišnji period i to od 1961-1990. godine. Sa ovim periodom se ušlo i u klimatske modele koji kao izlaze su dali očekivane vrednosti u različitim vremenskim presecima. Sa završetkom 2020. godine, zaokružen sledeći tridesetogodišnji ciklus, tako da sada možemo da koristimo realne, osmotrene podatke i da ih uporedimo sa repornim periodom. Da bi sagledali na koji način su postojeće klimatske promene uticale na površinske i podzemne vodne resurse, odabran je deo sliva reke Mlave. Razlog je na prvom mestu postojanje dovoljno dugih osmatračkih nizova ovome je činjenica da reka Mlava nastaje od vrela Mlave koje je najjače vrelo u Srbiji i ima najduži niz osmatranja. Od statističkih metoda primenjen je test homogenosti da bi se utvrdilo da li razmatrani periodi pripadaju istoj populaciji ili su klimatske promene uticale u toj meri da razmatrani niz nije homogen.



Key words: Climate changes, regime of surface water, regime of groundwater, karst spring
Mlava, Mlava River

Abstract: In the territory of Southeast Europe, and therefore also in the part where we live (the Republic of Serbia and Republic of Bosnia and Herzegovina), it is expected that there will be a significant increase in air temperature, which will have a significant impact on precipitation, its annual distribution, as well as the occurrence more and more extreme values present (extremely dry and wet years). All this will affect the regime of surface and underground water, resources without which life on this planet would not even exist. In order to monitor climate changes, back in the last century, a thirty-year period from 1961-1990 was proposed and adopted as a reference period. With this period, climate models were entered, which gave expected values in different time sections as outputs. With the end of 2020, the next thirty-year cycle is completed, so now we can use real, observed data and compare it to the benchmark period. In order to see how existing climate changes have affected surface and underground water resources, a part of the Mlava River basin was selected. The reason is primarily the existence of a sufficiently long observation series, this is due to the fact that the Mlava River originates from the Mlava spring, which is the strongest spring in Serbia and has the longest series of observations. Among the statistical methods, the homogeneity test was applied to determine whether the considered periods belong to the same population whether climate changes have affected them to such an extent that the considered series is not homogeneous.

Uvod

Oko pitanja intenziteta klimatskih promena pa čak i njihovog postojanja, odnosno uticaja čoveka na klimatske promene, se i dalje polemische, kako u okviru naučnih krugova tako i na političkom nivou. Evidentno je da klima na našoj planeti nije statična, već se stalno menjala i menjaće se i dalje. Od postanka planete, ove promene klime su se dešavale kao odgovor na prirodne uzroke (atmosfera, okeani, tlo, kriosfera i biosfera) (Anđelić, 2012). Za razliku od pomenutog, u poslednjih oko 100 godina (mada se godina industrijske revolucije uzima kao početak) mogu se pripisati, u određenoj meri i ljudskom uticaju. Kada govorimo o "*klimatskim promenama*" danas, mislimo na promene u temperaturi u proteklih 100 godina uzrokovane ljudskim aktivnostima a ne prirodnim procesima. Međutim, ovo je teško odvojiti, tj. prepoznati koji udeo u današnjim promenama klime imaju prirodni procesi a koji deo snosi ljudski rod.

Na teritoriji Jugoistočne Evrope, pa samim tim i u Srbiji, ovo povećanje temperature koje je evidentno i čega smo svedoci, će imati i ima za posledicu prisustvo ekstremnih vrednosti u padavinama, odnosno biće prisutnije sve izraženije kišne odnosno sušne godine. Ove promene imaju značajan uticaj na potrošnju vode, pri čemu se potražnja izuzetno povećala tokom sušnih, toplih perioda i često pojedini delovi ostaju bez dovoljnih količina vode (Simonffy, 2012).



Sa druge strane, tokom kišnih perioda, dolazi do formiranja izraženijih poplavnih talasa, izlivanja rečnih tokova iz svojih korita, što dovodi do velikih materijalnih šteta a takođe i do, opet, nedostatka dovoljnih količina vode za zadovoljavanja sopstvenih potreba ugrožene teritorije.

Postoje jasni dokazi o promenama klimatskih uslova i posledicama u hidrološkom ciklusu. Prema globalnim i regionalnim klimatskim modelima, ovi trendovi će se nastaviti i dalje uticati na vodne resurse i potražnju za vodom (IPCC, 2011). Da bi se pratile klimatske promene, kao nutli, referentni period predložen i usvojen je tridesetogodišnji period i to od 1961-1990. godine. Na osnovu ovog perioda, definisani su različiti klimatski modeli koji su dali predviđanja šta je za očekivati u narednih 100 godina. Uobičajeno je da se daju vremenski preseki i to 2025, 2050, 2075 i 2100. godina. Sa druge strane, pre tri godine, tačnije sa završetkom 2020. godine, zaokružen je sledeći ciklus od 30 godina, tako da sada možemo da koristimo realne, osmotrene podatke i da ih uporedimo sa repornim periodom. Stim u vezi, u ovom radu je odabran gornji deo sliva Mlave. Razlog ovome je činjenica da reka Mlava nastaje od vrela Mlave koje je najjače vrelo u Srbiji i ima najduži niz osmatranja (od 1949. godine se otpočelo sa merenjima vodostaja voda koje ističu iz ovog vrela). Zatim, na samoj reci imamo više nizvodnih stanica i to prva nizvodna hidrološka stanica je Gornjak koja vrši osmatranje vodostaja i merenje proticaja od 1977. godine. Iz ovog razloga ova stanica nije bila pogodna da se uzme u razmatranje zato što nisu postojali podaci tokom repornog perioda (1961-1990). Sledeća nizvodna stanica je Rašanac (slivna površina 1063 km²) koja je postavljena još 1924. godine i koja je radila do 1986. godine kada je izmeštena na oko 2 km uzvodno i nastavila da radi pod nazivom Veliko selo (slivna površina 1124 km²). Kako neposredni sliv između ove dve stanice ima veličinu u iznosu od 61 km i predstavlja svega oko 5% ukupnog sliva koji kontroliše v.s. Veliko selo, i pri tom na potezu između profila v.s. Rašanac i v.s. Veliko selo reka Mlava ne prima ni jednu pritoku, možemo smatrati da proticaji koji su zabeleženi u ova dva profila pripadaju jednom uzorku.

Analiza ulaznih podataka - isticanja vrela Mlave

Vrelo Mlave se nalazi na severnom obodu Beljanice na koti 314 mnv. Tipično je uzlazno vrelo sa dubokim karstnim kanalima. Na mestu isticanja vrelo formira jezero sa vertikalnim kolenastim kanalom istraženim do -73 m dubine (Milanović, 2007, 2010). Nalazi na kontaktnoj liniji između baremsko-aptskog krečnjaka (urgonske facije) i tercijarne formacije Žagubičkog basena. Položaj vrela je predisponiran rasedom pravca I-Z, duž kojeg su pronađeni dokazi potonuća severnog bloka. Za razmatrani period od 1961.-2020. godine srednje godišnji proticaj ovog vrela iznosio je 1.83 m³/s, stim da je na godišnjem nivou maksimalna srednje godišnja vrednost u iznosu od 3.33 m³/s zabeležena 1965. godine, dok je minimalna zabeležena 1992. godine i iznosila je 1.012 m³/s. Apsolutni maksimum je bio 19 m³/s, dok je zabeleženi ekstremni minimum iznosio svega 215 l/s (Ristić, 2007). Maksimalne mesečne vrednosti proticaja zabeležene u aprilu 1962. godine bile su 11.66 m³/s, dok je minimalni, 224 l/s, bio je u septembru 2020. godine (vidi tabelu 1).



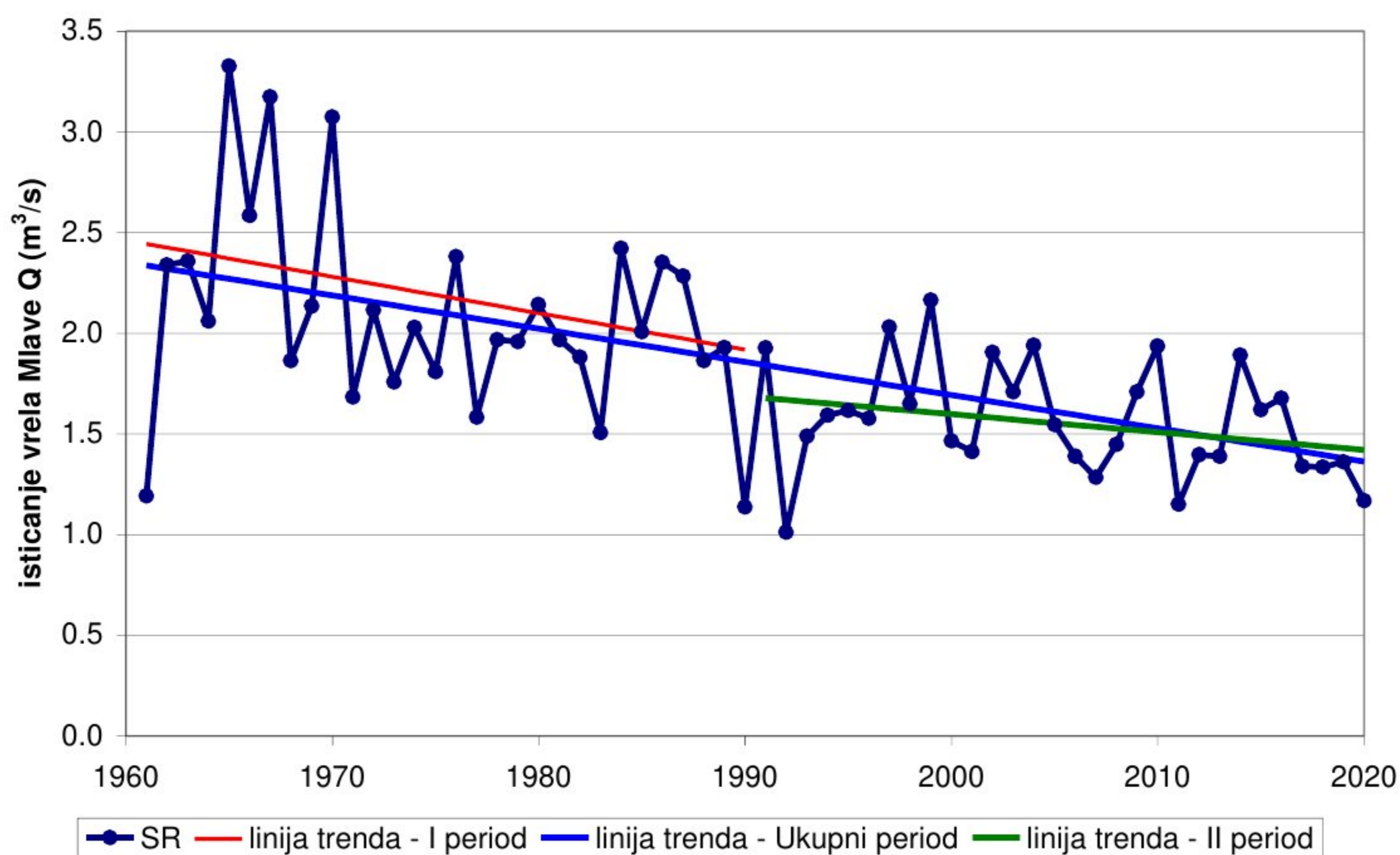
Ono što je karakteristično za trend isticanja vrela Mlave, on je bio negativan tokom ukupnog perioda (vidi sliku 2 – plava linija). Razmatranjem referentnog perioda (period I) i perioda od 1991-2020. godine (u daljem tekstu period II), može se reći da je tokom I perioda linija trenda imala izuzetno negativan trend, dok tokom II perioda dolazi do ublažavanja ovog trenda. Stim u vezi, korišćenjem jednačina linija trenda za ukupni, I i II period (slika 2 i tabela 2) sračunata su očekivana isticanja vrela Mlave za vremenske preseke 2050. i 2100. godine (vidi tabelu 2).

Tabela 1: Statistički parametri srednje mesečnih i godišnjih vrednosti isticanja vrela Mlave (ukupni period)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
Qsr	1.74	2.35	3.41	3.60	2.46	1.91	1.26	0.88	0.77	0.93	1.14	1.57	1.83
s	0.82	1.16	1.78	2.06	1.08	0.98	1.10	0.53	0.38	0.84	0.72	0.91	0.48
Cv	0.47	0.49	0.52	0.57	0.44	0.51	0.87	0.60	0.49	0.90	0.63	0.58	0.26
Max	3.57	6.97	10.72	11.66	5.74	5.52	6.79	2.54	2.07	6.48	3.66	5.72	3.33
Min	0.39	0.70	0.97	1.26	0.99	0.68	0.44	0.29	0.22	0.32	0.39	0.48	1.01

Tabela 2: Očekivane vrednosti srednje godišnjih isticanja vrela Mlave u vremenskim presecima 2050. i 2100. godine sračunate uz pomoć jednačina linija trenda

period	jednačina linije trenda	vremenski presek	
		2050	2100
Ukupni period	$Q = -0.0165 \cdot x + 34.693$	0.833	0.043
I period	$Q = -0.0181 \cdot x + 37.938$	0.868	-0.072
II period	$Q = -0.0089 \cdot x + 19.398$	1.153	0.708



Slika 1. Srednjegodišnje vrednosti isticanja vrela Mlave karakteristične za osmatrački period 1961-2020. godina.



Na osnovu tabele 2 može se zaključiti da linija trenda referentnog perioda (1961-1990) isticanja vrela Mlave svakako nije bila obećavajuća. Korišćenjem tadašnje linije trenda, za očekivati je bilo da krajem ovog veka (2100. godine) na godišnjem nivou srednje količine vode koje isteknu iz vrela Mlave budu kretale oko nule što je realno nemoguće. Sa aspekta današnjih analiza, jednačinom linije trenda ukupnog perioda dobijaju se nešto bolji rezultati (linija trenda ima nešto blaži pad) ali i dalje dobijene vrednosti ukazuju da krajem ovog veka, dobrim delom godine vrelo Mlave bi trebalo da bude suvo. I na kraju, analizom perioda II dobijaju se znatno realnije vrednosti a to su da je krajem ovog veka za očekivati da se srednje godišnje vrednosti isticanja vrela Mlave kreću oko $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Dakle, došlo je do znatnog ublažavanja negativnog trenda opadanja količina voda koje ističu na vrelo Mlave.

Analiza ulaznih podataka – proticaji reke Mlave zabeleženi u profilu v.s. Veliko selo (v.s. Rašanac)

U daljem tekstu daće se kratka analiza režima proticaja reke Mlave koji je osmotren u profilu Rašanac (do 1986. godine) odnosno u profilu Veliko selo, jer je nakon 1986. godine došlo do izmeštanja vodomernog profila Rašanac, odnosno osmatranje vodostaja i merenje proticaja je nastavljeno u profilu Veliko selo. Vodomerni profil Veliko selo nalazi se na oko 91 km nizvodno od vrela Mlave i kontroliše slivnu površinu reke Mlave u iznosu od 1124 km^2 , što je oko 10 puta veća površina od sliva vrela Mlave. Za razmatrani period od 1961.-2020. godine srednje godišnji proticaj Mlave iznosio je $8.97 \text{ m}^3/\text{s}$, stim da su se srednje godišnje vrednosti kretale u dijapazonu od $3.09 \text{ m}^3/\text{s}$ (1994. godina) pa do $18.63 \text{ m}^3/\text{s}$ (1970. godina). Maksimalne mesečne vrednosti proticaja zabeležene u februaru 1966. godine i bile su $58.95 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je minimalni proticaj u iznosu od 600 l/s , zabeležen u septembru 1990. godine (vidi tabelu 3). Takođe, i za proticaje reke Mlave izvršena je analiza trenda i to ukupnog, referentnog i perioda od 1991-2020. godine. Ono što je karakteristično za trend proticaja reke Mlave, to je da je i on bio negativan tokom analiziranog ukupnog perioda (vidi sliku 2 – crvena linija). Razmatranjem referentnog perioda (period I) i perioda II (od 1991-2020. godine), može se reći da je tokom I perioda linija trenda imala izuzetno negativan trend, slično kao i kod isticanja vrela Mlave. Međutim, tokom II perioda ne dolazi samo do ublažavanja trenda već i njegove inverzije, tačnije postaje pozitivan trend. Dalje, kao i kod analize vrela Mlave, korišćenjem jednačina linija trenda za ukupni, I i II period (slika 2) sračunati su očekivani proticaji Mlave za vremenske preseke 2050. i 2100. godine (vidi tabelu 4).

Tabela 3: Statistički parametri srednje mesečnih i godišnjih vrednosti proticaja reke Mlave zabeleženih u profilu v.s. Veliko selo (ukupni period)

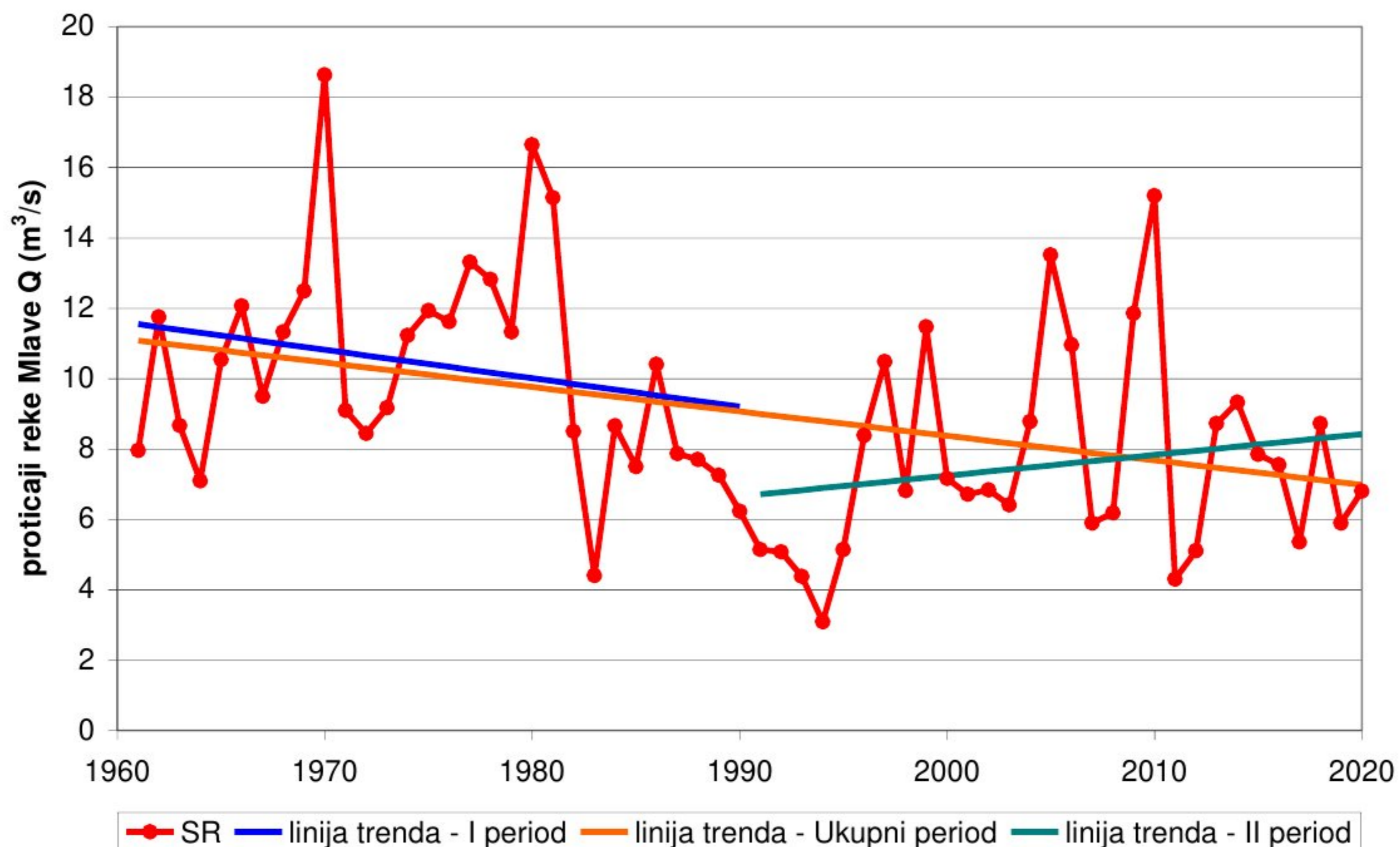
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
Qsr	8.43	14.79	18.67	17.66	12.20	9.84	5.32	3.24	2.62	3.61	4.24	7.04	8.97
s	6.24	11.52	11.46	10.38	9.19	9.17	5.50	2.60	1.88	5.39	3.43	6.64	3.25
Cv	0.74	0.78	0.61	0.59	0.75	0.93	1.03	0.80	0.72	1.49	0.81	0.94	0.36
Max	29.43	58.95	50.58	57.42	42.10	49.85	25.48	14.70	9.62	39.85	16.38	39.65	18.63
Min	1.64	1.98	3.26	4.10	3.38	1.99	0.98	0.84	0.60	0.87	1.14	1.21	3.09



Tabela 4: Očekivane vrednosti srednje godišnjih proticaja reke Mlave, v.s. Veliko selo, u vremenskim presecima 2050. i 2100. godine sračunate uz pomoć jednačina linija trenda

period	jednačina	vremenski presek	
		2050	2100
Ukupni period	$Q = -0.0695 \cdot x + 147.37$	4.895	1.42
I period	$Q = -0.0809 \cdot x + 170.19$	4.345	0.30
II period	$Q = 0.059 \cdot x - 110.76$	10.19	13.14

Na osnovu tabele 4 može se zaključiti, da i ovde, na osnovu referentnog perioda (1961-1990) proticaja reke Mlave svakako linija trenda nije bila obećavajuća. Korišćenjem tadašnje linije trenda, za očekivati je bilo da krajem ovog veka (2100. godine) na godišnjem nivou srednje količine vode koje proteknu kroz profil Velikog sela bi se kretale oko vrednosti od 300 l/s. Sa aspekta današnjih analiza, jednačinom linije trenda ukupnog perioda dobijaju se nešto bolji rezultati (linija trenda ima nešto blaži pad) ali i dalje dobijene vrednosti ukazuju da krajem ovog veka, reka Mlave bi u ovom profilu imala u proseku oko 1.42 m³/s. I na kraju, analizom perioda II dobijaju se potpuno suprotne vrednosti, tačnije linija trenda ima pozitivan trend pa je za očekivati da će se na kraju ovog veka proticaji koritom Mlave u profilu Velikog sela imati vrednost čak 13.14 m³/s, što je za skoro 50% više nego što je sračunati prosek proticaja reke Mlave za ukupni period.



Slika 2. Srednjegodišnje vrednosti proticaja reke Mlave karakteristične za osmatrački period 1961-2020. godina.



Analiza homogenosti serija

Za potrebe definisanja da li je došlo do promene u režimu isticanja vrela Mlave kao i proticaja reke Mlave izmerenih u profilu v.s. Veliko selo, sračunate su statistike srednje mesečnih i godišnjih isticanja i proticaja za oba razmatrana perioda. Stim u vezi u tabeli 5 date su vrednosti sračunatih statistika isticanja vrela Mlave za oba razmatrana perioda a u tabeli 6 iste statistike ali sada za proticaje reke Mlave, v.s. Veliko selo.

Tabela 5: Statistički parametri srednje mesečnih i godišnjih vrednosti isticanja vrela Mlave sračunati za oba razmatrana perioda

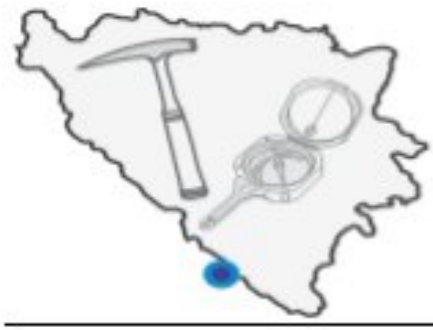
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
period 1961-1900													
Qsr	1.80	2.66	4.14	4.33	2.85	2.25	1.57	0.92	0.82	0.99	1.23	1.59	2.10
s	0.88	1.34	2.16	2.57	1.24	1.15	1.47	0.58	0.44	1.10	0.83	1.02	0.50
Cv	0.49	0.50	0.52	0.59	0.44	0.51	0.94	0.63	0.54	1.10	0.68	0.64	0.24
Max	3.57	6.97	10.72	11.66	5.74	5.52	6.79	2.54	2.07	6.48	3.66	5.72	3.33
Min	0.52	0.75	0.97	1.63	1.17	0.68	0.44	0.29	0.29	0.34	0.39	0.48	1.14
period 1991-2020													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
Qsr	1.68	2.03	2.69	2.87	2.08	1.57	0.95	0.83	0.73	0.86	1.05	1.55	1.57
s	0.77	0.85	0.82	0.99	0.73	0.61	0.32	0.48	0.32	0.47	0.58	0.80	0.28
Cv	0.46	0.42	0.31	0.34	0.35	0.39	0.34	0.57	0.43	0.55	0.55	0.52	0.18
Max	3.43	4.18	5.08	5.05	4.09	3.08	1.90	2.16	1.46	2.26	2.66	3.54	2.16
Min	0.39	0.70	1.35	1.26	0.99	0.81	0.58	0.29	0.22	0.32	0.43	0.49	1.01

Tabela 6: Statistički parametri srednje mesečnih i godišnjih vrednosti proticaja reke Mlave sračunati za oba razmatrana perioda

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
period 1961-1900													
Qsr	8.98	17.61	20.45	19.40	14.91	12.77	6.72	3.20	3.12	4.20	4.70	7.62	10.31
s	6.92	13.42	11.53	11.41	9.80	11.35	6.57	1.68	2.27	7.07	4.08	7.99	3.10
Cv	0.77	0.76	0.56	0.59	0.66	0.89	0.98	0.52	0.73	1.68	0.87	1.05	0.30
Max	29.43	58.95	50.58	57.42	35.92	49.85	25.48	7.66	9.62	39.85	16.38	39.65	18.63
Min	2.44	3.19	3.26	5.14	3.91	2.29	0.98	0.84	0.60	0.87	1.36	1.59	4.40
period 1991-2020													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
Qsr	7.88	11.96	16.90	15.92	9.49	6.92	3.92	3.27	2.12	3.03	3.77	6.46	7.64
s	5.54	8.56	11.30	9.09	7.77	4.94	3.77	3.31	1.23	2.90	2.62	5.01	2.85
Cv	0.70	0.72	0.67	0.57	0.82	0.71	0.96	1.01	0.58	0.96	0.70	0.78	0.37
Max	27.60	36.30	49.90	38.20	42.10	20.30	20.10	14.70	6.97	15.50	13.20	19.90	15.20
Min	1.64	1.98	4.76	4.10	3.38	1.99	1.36	0.99	1.08	1.20	1.14	1.21	3.09

Kako su izdvojeni uzorci (periodi) obima 30 godina, za potrebe analize homogenosti postojećih nizova mogu se koristiti i Studentov t-test i Normalizovan Z-test. U konkretnom slučaju iskorišćen je Studentov t-test kod koga kriterijum za ocenu srednjih vrednosti se dobija uz pomoć sledećeg izraza:

$$t = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \cdot \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{n_1 \cdot \sigma_{x_1}^2 + n_2 \cdot \sigma_{x_2}^2}} \quad (1)$$



gde su:

- n_1 - obim uzorka 1 (broj godina),
- n_2 - obim uzorka 2 (broj godina),
- \bar{X}_1 - srednja vrednost uzorka 1,
- \bar{X}_2 - srednja vrednost uzorka 2,
- σ_{X_1} - standardna devijacija uzorka 1,
- σ_{X_2} - standardna devijacija uzorka 2.

Promenljiva t ima Studentovu raspodelu $S_\nu(t)$ sa $\nu = n_1 + n_2 - 2$ stepeni slobode. Pri tom se nulta hipoteza prihvata, odnosno niz je homogen ukoliko je:

$$t_{\frac{\alpha}{2}} < t < t_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

gde je α prag značajnosti, a u konkretnom slučaju uzeta je vrednost $\alpha = 5\%$.

Na osnovu izraza (1), vrednosti sračunatog kriterijuma za Studentov t -test su date u tabeli 7.

Tabela 7: Vrednosti statistike t i kriterijuma za usvajanje nulte hipoteze, odnosno usvajanje homogenosti analiziranih nizova

	\bar{Q}	σ	$t_{\frac{\alpha}{2}}$	t	$t_{1-\frac{\alpha}{2}}$	homogenost niza
vrela Mlave						
1961-1990	2.1	0.5	-2.00	15.75	2.00	ne
1991-2020	1.57	0.28				
reka Mlava						
1961-1990	10.31	3.1	-2.00	10.80	2.00	ne
1991-2020	7.64	2.85				

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da ispitivani uzorci izdvojeni za razmatrane periode i kod isticanja vrela Mlave i kod protoka reke Mlave nisu homogeni. Dakle, potrebno je usvojiti alternativnu hipotezu, odnosno izdvojeni nizovi ne pripadaju istoj populaciji, tačnije, nizovi su nehomogeni.

Za testiranje varijanse koristili smo Fišerov F -test. Kriterijum za jednakost dveju disperzija je statistika F koja se računa uz pomoć sledeće jednačine:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

s tim da je uslov da je $\sigma_1 > \sigma_2$, ukoliko je obrnuto onda se statistika F računa:

$$F = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2}$$

Dakle, statistika F , koja ima Fišerovu raspodelu sa stepenima slobode koje računamo kao $\nu_1 = n_1 - 1$ i $\nu_2 = n_2 - 1$, ima uvek vrednost veću od 1. Nulta hipoteza se prihvata ukoliko je:



$$F < F_{1-\alpha}(v_1, v_2)$$

Vrednosti dobijene primenom Fišerovog F testa takođe su prikazane numerički u tabeli 8.

Tabela 8: Vrednosti statistike F i kriterijumi za usvajanje nulte hipoteze, odnosno usvajanje homogenosti analiziranih nizova

	\bar{Q}	σ	F	$F_{1-\alpha}(v_1, v_2)$	$F < F_{1-\alpha}(v_1, v_2)$	homogenost niza
vremo Mlave						
1961-1990	2.1	0.5	3.189	1.153	>	ne
1991-2020	1.57	0.28				
reka Mlava						
1961-1990	10.31	3.1	1.183	1.153	<	da
1991-2020	7.64	2.85				

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti i da testiranje varijansi ukazuje na to da se da se radi o homogenim nizovima kada su u pitanju proticaji reke Mlave, v.s. Veliko selo, dok kada su u pitanju isticanje vrela Mlave, varijanse razmatranih perioda nisu jednorodne, dakle, nizovi nisu homogeni.

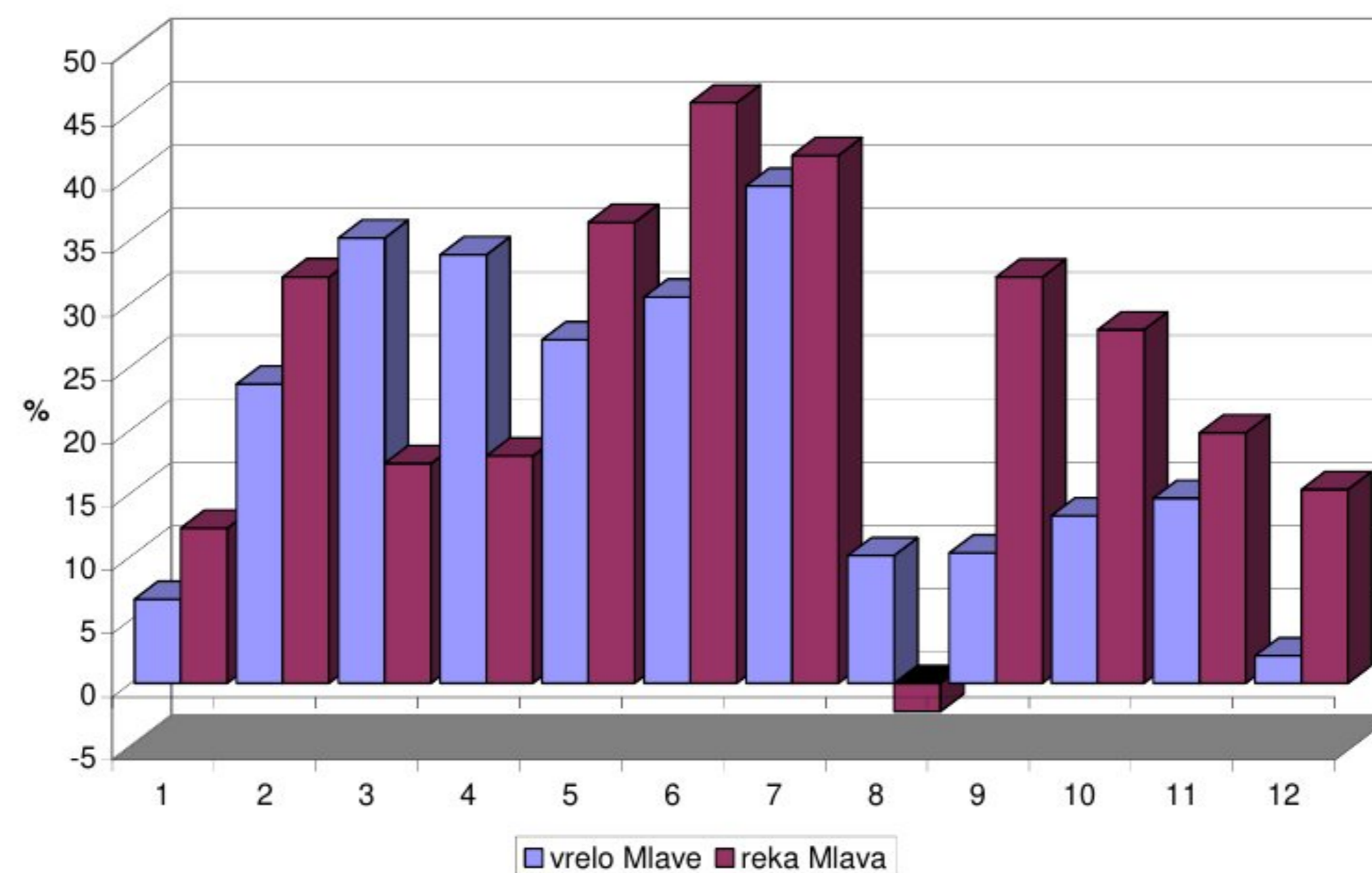
Diskusija sa zaključkom

Na osnovu sračunatih srednje mesečnih i godišnjih vrednosti proticaja/isticanja Mlave evidentno je da tokom drugog perioda su dobijene niže vrednosti koje se kod vrela Mlave kreću na mesečnom nivou od 2.1 pa do 39.2 %, odnosno kod reke Mlave, v.s. Veliko selo od -2.2 pa do 45 % (vidi tabelu 9 i sliku 3). Na godišnjem nivou one iznose nešto više od 25%.

Kod isticanja vrela Mlave, najveće razlike su karakteristične za prolećne mesece. Ovo može biti posledica odsustva značajnijih količina snežnog pokrivača. Tačnije, prihranjivanje karstnih izdani Beljaničkog masiva se vrši najvećim delom od otapanja snežnog pokrivača i prolećnih padavina. Međutim, zbog porasta temperature kao i generalno odsustva snežnih padavina, sve manje ova komponenta utiče na prihranjivanje karstnih izdanskih voda. Najmanje razlike u srednje mesečnim isticanjima su vezane za drugu polovinu godine, iz razloga što u ovom periodu ranije je bilo jesenjih kiša koje su mogle i da odsustvuju, a sada, zbog klimatskih promena i porasta temperature uglavnom ove padavine odsustvuju tako da značajnijih promena tokom ovih meseci nema. Ovo isto važi i za zimske mesece, iz razloga što tokom referentnog perioda padavine tokom zimskih meseci su formirale snežni pokrivač koji je tek tokom prolećnih meseci se otapao i učestvovao u formiraju oticaja. Sada, tokom drugog perioda snežni pokrivač u velikoj meri odsustvuje ali nema ni obilnih padavina u vidu kiše tako da su tokom ovih meseci razlike u srednje mesečnim proticajima manje od 15%.

Tabela 9: Razlike u srednje mesečnim proticajima/isticanjima Mlave izražene u procentima

Mlava	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god
vrelo	-6.7	-23.6	-35.1	-33.8	-27.1	-30.5	-39.2	-10.1	-10.3	-13.2	-14.6	-2.2	-25.9
reka	-12.2	-32.1	-17.3	-18.0	-36.4	-45.8	-41.7	+2.2	-32.0	-27.9	-19.8	-15.3	-25.1



Slika 3: Bar dijagram razlika u srednje mesečnih proticajima/isticanjima Mlave izražene u %

Što se tiče proticaja reke Mlave zabeleženih u profilu Veliko selo, razlike tokom letnjih meseci su najveće i idu do 45% i one su takođe rezultat odsustva snežnog pokrivača kao i prolećnih padavina.

Da su klimatske promene uticale na promenu režima Mlave govore i sprovedeni testovi homogenosti nizova i to preko srednje vrednosti iskorišćen je Studentov t-test i preko varijanse Fišerov F-test. Kada su u pitanju isticanja vrela Mlave i Studentov t-test i Fišerov F-test su pokazali da analizirana serija nije homogena, odnosno da izdvojeni nizovi/uzorci za razmatrane periode ne pripadaju istoj populaciji, te shodno ovome moraju se posmatrati odvojeno. Dakle, došlo je do značajnijih promena i kada je u pitanju srednja vrednost (u konkretnom slučaju statistički značajnije sniženje srednjih vrednosti je posledica klimatskih promena) i kada je u pitanju varijansa, odnosno standardna devijacija, tačnije došlo je i do promene u odstupanjima pojedinačnih osmotrenih vrednosti u odnosu na srednju vrednost.

Što se tiče proticaja reke Mlave, v.s. Veliko selo, i ovde je primenjeni test pokazao da se radi o nehomogebnom nizu i da je došlo do statistički značajnije promene u srednjoj vrednosti. Međutim, kada je u pitanju standardna devijacija, Fišerov F-test je pokazao da je serija i dalje homogena, mada se ovde mora naglasiti da je sve na granici prihvatanja homogenosti jer dobijena vrednost statistike F ima skoro identičnu vrednost $F_{1-\alpha}(v_1, v_2)$.

Na kraju ostaje da sačekamo 2050. godinu i da neko od mlađih kolega uradi slične analize i vidi da li prognoze linija trenda će nastaviti da budu i dalje izuzetno negativne ili će se njihov negativni trend ublažiti, a statistika će pokazati da li i dalje dolazi do statistički značajnijih promena u režimima isticanja vrela odnosno proticaja reka.



Literatura

1. Anđelić, M., (2012): Climate change and its impacts: an overview. Monograph: *CCWaterS Climate Change and Impacts on Water Supply* (ed. Stevanović, Ristić Vakanjac and Milanović), University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, pp 19-50
2. Simpnffy, Z. (2012): WP4 Final Report: Availability of Water Resources. Monograph: *CCWaterS Climate Change and Impacts on Water Supply* (ed. Setvanović, Ristić Vakanjac and Milanović), University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, pp 177-258
3. IPCC, 2011: IPCC 4th Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. editors: O. Edenhofer et al.. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1075 pp.
4. Milanović, S. (2007): Hidrogeological characteristics of some deep siphonal springs in Serbia and Montenegro karst, *Environ. Geol.* 51: 5, 755-759
5. Milanović, S. (2011): Creation of physical model of karstic aquifer on example of Beljanica mt. (eastern Serbia), Doc. Disert., Dept. of Hydrogeol.FMG, University of Belgrade, Belgrade
6. Ristić, V. (2007): Development of simulation model for calculating daily discharges of the karst springs, Doct. Disert., Dept. of Hydrogeol. FMG, Univeristy of Belgrade, Belgrade, pp. 1-359