

## **ANALIZA TRENDOVA KLIMATSKIH FLUKTUACIJA U BOSNI I HERCEGOVINI**

**Muriz Spahić**, Udruženje geografa u Bosni i Hercegovini,  
Zmaja od Bosne 33, Sarajevo Bosna i Hercegovina  
[murizspahic@gmail.com](mailto:murizspahic@gmail.com)

**Bakir Krajinović**, Sektor primijenjene meteorologije, Federalni hidrometeorološki zavod  
Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
[bakir.krajinovic@fhmzbih.gov.ba](mailto:bakir.krajinovic@fhmzbih.gov.ba)

**Haris Jahić**, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju,  
Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
[haris-jahic@hotmail.com](mailto:haris-jahic@hotmail.com)

*Fluktucija je zakonomjerna geografska kategorija i obuhvata dugotrajna sistemska kolebanja prirodnih pojava i procesa. Kolebanja su uvjetovana ritmovima, a ritmovi ciklusima. Ritmovima se definišu blage promjene prirodnih procesa, koji nastaju u uzročno-posljedičnim vezama i odnosima telurskih i kosmičkih sila. Ritmovi mogu biti jednodnevni (smjena dana i noći), godišnji (smjena godišnjih doba), vjekovni (hidrološka i klimatska kolebanja) i sekularni (palaeogeografske promjene izgleda planete Zemlje kroz geološku prošlost). Fluktucija je opći trend zakonomjernih promjena prirodnih procesa izraženih kroz ritmove i cikluse, koji se odvijaju oko ravnotežnih prirodnih stanja. Ove oscilacije spadaju u domen prirodnih kolebanja kao što su, pored ostalih, i oscilacije klimatskih elemenata i pojava.*

*Analizom klimatskih pokazatelja instrumentalnog perioda u Bosni i Hercegovini prezentovana je fluktucija stoljetnog izotermičkog i izohijetnog režima. Fluktucija klimatskih parametara odvija se oko ravnotežnog nivoa po određenim ritmovima i dovoljno je korespondentna svjetskim pokazateljima. Za prikazivanje fluktuativnih nizova kao etalona korišten je stoljetni monitoring klimatskog režima meteorološke opservatorije u Sarajevu. Osim analize komprimirajućih odjeljaka stoljetnog niza klimatskih parametara za navedenu klimatsku opservatoriju, potrebno je iste uporediti sa klimatskim parametrima različitih klimatskih perioda, iz najmanje dva, a za Sarajevo 4 klimatska perioda, da bi se polučili rezultati ukupne fluktuacije klime u Bosni i Hercegovini.*

**Ključne riječi:** *fluktucija, klimatska kolebanja, analiza, klimatološki monitoring, klimatsko zatopljenje.*

## **ANALYSIS OF TRENDS OF CLIMATE FLUCTUATIONS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA**

**Muriz Spahić**, Association of Geographers in Bosnia and Herzegovina,  
Zmaja od Bosne 33, Sarajevo Bosnia and Herzegovina  
[murizspahic@gmail.com](mailto:murizspahic@gmail.com)

**Bakir Krajinović**, Department of Applied Meteorology, Federal Hydrometeorological Institute Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
[bakir.krajinovic@fhmzbih.gov.ba](mailto:bakir.krajinovic@fhmzbih.gov.ba)

**Haris Jahić**, University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of geography, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
[haris-jahic@hotmail.com](mailto:haris-jahic@hotmail.com)

*Fluctuation is a legitimate geographical category and includes long-term systemic fluctuations in natural phenomena and processes. The fluctuations are conditioned by the rhythms, and the rhythms with cycles. Rhythms define mild changes in natural processes that arise in causation and relationships between teluric and cosmic forces. Rhythms can be one-day (shift of day and night), annual (shift of seasons), centennial (hydrological and climatic fluctuations) and secular (paleogeographic changes of the appearance of the planet Earth through the geological past). Fluctuation is the general trend of legitimate changes in natural processes expressed through rhythms and cycles, which take place around equilibrium natural states. These oscillations fall into the domain of natural fluctuations, such as, inter alia, oscillations of climatic elements and phenomena.*

*The analysis of the climate indicators of the instrumental period in Bosnia and Herzegovina presents the fluctuation of the centuries-old isothermal and isohietal regime. The fluctuation of climatic parameters takes place around the equilibrium level at certain rhythms and is sufficiently correlated with the world's indicators. For the display of fluctuation strings as an etalon, centennial monitoring of the climate regime of the meteorological observatory in Sarajevo was used. In addition to analyzing the compression sections of the centennial series of climate parameters for the mentioned climate observatory, it is necessary to compare them with the climatic parameters of different climatic periods, from at least two, in order to obtain the results of total climate fluctuations in Bosnia and Herzegovina.*

**Key words:** *fluctuation, climate fluctuations, analysis, climatological monitoring climate warming.*

## UVOD

## INTRODUCTION

Prirodni procesi su posljedica varijabilnih stanja prirodnih elemenata i pojava na određenom dijelu Zemlje i, osim lokalnog, imaju i globalni karakter. Varijabilnost se i vizuelno primjećuje i osjeća, a provjerava se i potvrđuje instrumentalnim monitoringom. Monitoring se obilato primjenjuje u klimatskim istraživanjima, jer se na osnovu prosjeka definiše preovlađujuće normalno klimatsko stanje koje nazivamo klima. Utvrđena prosječna vrijednost se često tretira normalnom za bilo koji klimatski pokazatelj. Kod definisanja preovlađujućeg ili normalnog stanja nekog elementa, razmatrani period ne mora biti reprezentativan i predstavljati normalno stanje nekog klimatskog elementa ili klimatske pojave. Prema tome, ni klima definisana podacima prosječnih stanja klimatskih elemenata i pojava, utvrđenih instrumentalnim postupkom dobivenim, prema utvrđenim međunarodnim kriterijumima, nema nikakvu privilegiju da se smatra *normalnom klimom* i zbog toga što tako utvrđen period nema nikakvu garanciju da predstavlja prosjek normalnih vrijednosti iz niza decenija i stoljeća mjerenja. Pored toga, ni dužine perioda u kojima se posmatraju normalna stanja nemaju jasno utvrđene granice prema nekim, naprimjer, telursko-kosmičkim zakonomjernoštim, na osnovu kojih bi se definisale periodičnosti pojedinih elemenata. Klima predstavlja

samo jedno ali ne prosječno cijelo stanje cjelovitog sistema; to je samo jedna karika beskonačnog niza.

Da bi se tačno utvrdila tendencija neke veličine kao što je tendencija klime potrebno je imati fiksni reper tj. standardnu veličinu sa kojom se porede prethodna i naredna klimatska razdoblja. Tako za klimu, prema međunarodnoj konvenciji, dogovorena je „Standardna veličina“ vremenskog niza od 30 godina, pri čemu se prvo razdoblje računa od 1931. do 1960. godine i definiše kao prvi klimatski niz; drugi od 1961 do 1990., a treći će se završiti naredne 2020. godine.

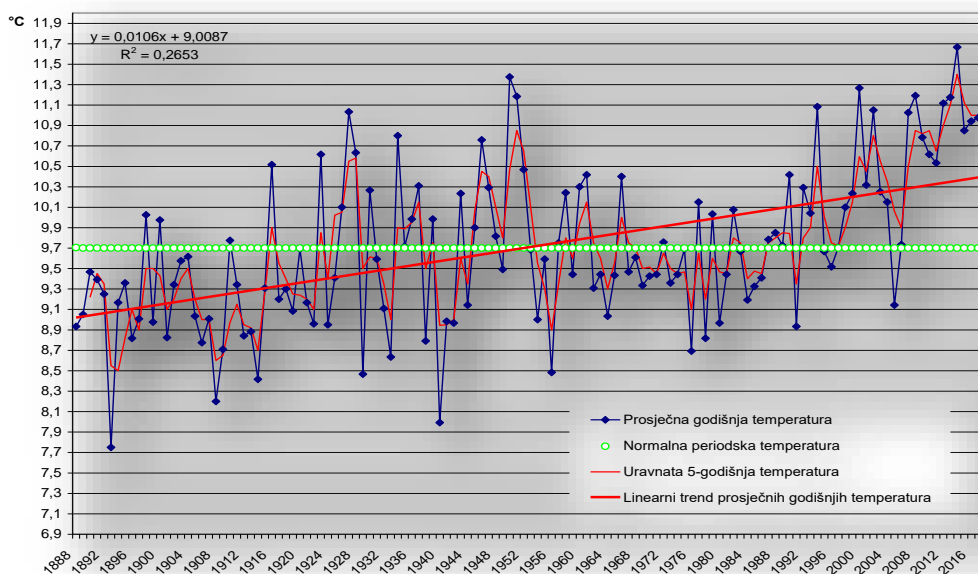
Potrebno je naglasiti, da ni dužina standardnog perioda nije univerzalna za sve klimatske elemente, niti je opće važeća za sve geosisteme (prirodne zone) na Zemlji. Tako, npr., u tropskom geosistemu za vremenski niz od samo nekoliko godina može se dobiti reprezentativna izotermička slika, dok je za determinaciju istog parametra u kontinentalnom umjerenom pojasu potreban daleko duži vremenski period. Zbog toga je Međunarodna meteorološka asocijacija usvojila univerzalni termin o varijacijama i fluktuacijama klimatskih parametara pod nazivom *promjena klime* (Šegota, T. & Filipčić, A. 1996). Pri ovome se utvrđena prosječna vrijednost tretira „normalnom“ za bilo koji klimatski pokazatelj (J.M. Mitchell i dr. 1966.). Na osnovu brojnih statističkih pokazatelja i analiza klimatskih elemenata i pojava, došlo se do podatka o varijacijama klime u ciklusima od 5 do 11 godina. Trendovi klimatskih oscilacija u navedenim vremenskim razmacima pokazuju blage poraste ili opadanja prosječnih vrijednosti i imaju zakonomjerno fluktuiranje oko ravnotežnog nivoa.

Metodologija ovih istraživanja zasnivala se na grafičkom predstavljanju prosječnih godišnjih temperatura i padavina u obliku tačaka i međusobno povezanih u grafik dugogodišnjeg termičkog i pluviometrijskog niza. Grafik pokazuje veliki diverzitet prosječnih godišnjih temperatura i padavina, koje nisu ponovljive i istovjetne za bilo koju godinu prezentiranog stoljetnog perioda.

Na osnovu ciklične godišnje raspodjele prosječnih temperatura, ne mogu se jasno uočiti termički ritmovi opadanja temperatura ili zahlađenja i povećanja temperatura ili zatopljenja, kao ni ritam povećanja i smanjenja količine padavina. Zbog toga je izvršeno komprimiranje raspodjele dugogodišnjeg cikličnog niza po pet godina, koji se nazivaju pokretni prosjeci. Komprimiranje godišnjih temperatura izvršeno je metodom uravnavanja, na onoliko perioda za koliko se godina izračunavaju pokretni prosjeci. Primjenom kliznih prosjeka u trajanju od po 5 godina dobivene su nove tačke koje kada se spoje obrazuju graf talasnog izgleda koji oscilira oko ravnotežnog nivoa i predstavlja termičku, odnosno pluviometrijsku fluktuaciju (Sl. 1.) Na osnovu grafa termičke fluktuacije definišu se periodi zatopljenja i periodi zahlađenja, a na osnovu pluviometrijskog niza fluktuacije padavina u odnosu na stoljetni prosjek (Spahić, M. 2013).

Na osnovu klimatskog monitoringa prikupljnog sa opservatorije u Sarajevu pokazana je fluktuacija termičkog i izohijetnog režima za 112 godine što predstavlja, kako je to već naglašeno, normalno stanje osnovnih klimatskih pokazatelja.

Osim ovoga metoda koji podrazumijeva analizu talasnih grafova i linearnog praćenja termičkog i izohijetnog stoljetnog režima moguće je analizirati grafove fluktuacija istih za nekoliko mjesta u Bosni i Hercegovini odabranih prema fizionomskom geografskom regionalizmu. Na bazi usporedbe termičkih dijagrama iz pojedinih klimatskih razdoblja za geografske regije definisanih normalnom klimom se pokazuju međusobne razlike na osnovu kojih je moguće definisati najveća odstupanja iz cjelovitog monitorinškog niza.



Sl. 1. Fluktuacija termičkog režima u Sarajevu u trajanju dužem od jednog stoljeća  
Fig. 1. The fluctuation of the thermal regime in Sarajevo for more than a century

## MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

### Klimatski monitoring Climate monitoring

Usporedna analiza klimatskog monitoringa zasniva se na klimatskim pokazateljima dobivenih standardnim stalnim praćenjem osnovnih klimatskih parametara, prvenstveno temperatura zraka i padavina za, najmanje, dva klimatska perioda. Klimatska analiza je prezentovana pokazateljima pojedinačnog i zbirnog monitoringa za pojedine geografske regije Bosne i Hercegovine.

Nakon provedene analize klimatskih tokova, prvenstveno termičkog režima, definisana je njihova fluktuacija koristeći metod izračunavanja međuklimatske promjenjivosti mjesečnih temperatura zraka u geografskim regijama Bosne i Hercegovine između dva klimatska perioda i to: prvo 1950-1982. i drugo 1983-2015. Pored toga, analizirane su fluktuacije termičkog i izohijetnog režima u geografskim regijama po godišnjim dobima za iste klimatske periode.

Klimatski pokazatelji su dovođeni u korelaciju sa stoljetnim fluktuiranjem temperatura i padavina. Posebne analize obuhvatile su Sarajevo i Bjelašnicu s obzirom da ove klimatske opservatorije raspolažu sa četiri, odnosno tri, klimatska perioda instrumentalnog praćenja klimatskih parametara.

Svi izvedeni tabelarni i grafički klimatski pokazatelji zasnovani su na instrumentalnom

klimatskom monitoringu dobivenom iz hidrometeoroloških zavoda entiteta Federacije Bosne i Hercegovine.

## Klimatski faktori i fizionomske regije Bosne i Hercegovine Climate factors and physiognomic regions of Bosnia and Herzegovina

Klimatski monitoring u Bosni i Hercegovini odabran je na osnovu fizionomije njenog teritorija koji uvažava zonalne, sektorne i azonalne faktore.

Zonalni faktor iskazan geografskom širinom, gotovo bi se mogao zanemariti s obzirom na dosta uzak dijapazon geografskih koordinata u Bosni i Hercegovini između najsjevernije (Gradina Donja  $\varphi=45^{\circ}16'30''$ ) i najjužnije tačke (Podštirovnik  $\varphi=42^{\circ}33'00''$ ) od svega  $2^{\circ}43'30''$ , što u dužinskim jedinicama, zaokruženo, iznosi 303 km.

Geografska sektornost Bosne i Hercegovine iskazuje se geografskom dužinom i udaljenošću od prioeanskih, odnosno morskih sektora s obzirom na preovlađujuće ciklonske i anticiklonaske aktivnosti koje se prenose preko teritorija naše države. Iskazano geografskom dužinom Bosna i Hercegovina se nalazi između meridijana krajnje zapadne (Bugar  $\lambda=15^{\circ}44'00''$ ) i najistočnije tačke (Žlijebac  $\lambda=19^{\circ}37'41''$ ) u dijapazonu geografske dužine od  $\lambda=03^{\circ}53'41''$  ili 309 km.



Sl. 2. Fizionomske geografske regije Bosne i Hercegovine  
Fig. 2. Physiognomic geographical regions of Bosnia and Herzegovina

Geografske regije su dosta zasebne i unikatne zbog izraženog morfografskog diverziteta.

Visinska pojasnost predstavljena Dinarskom morfostrukturom dijeli Bosnu i Hercegovinu na tri makro cjeline: sjevernu, centralnu i južnu, koje ujedno čine okosnicu regionalne geografske podjele Bosne i Hercegovine. Osim toga, orografske morfostrukture su ujedno granice regija i subregija Bosne i Hercegovine.

U ovakvim geografskim koordinatama uz uvjet eliminacije reljefa Bosna i Hercegovina ne bi pokazivala značajna klimatska odstupanja u odnosu na statistička, posebno izražena geografskom širinom koja za svaki geografski stepen snižava temperaturu zraka približno za  $1^{\circ}\text{C}$ , što bi u našem slučaju iznosilo nešto više od  $2^{\circ}\text{C}$  i ne bi imalo posebne implikacije po klimatske elemente najsjevernijih i najjužnijih krajeva u Bosni i Hercegovini.

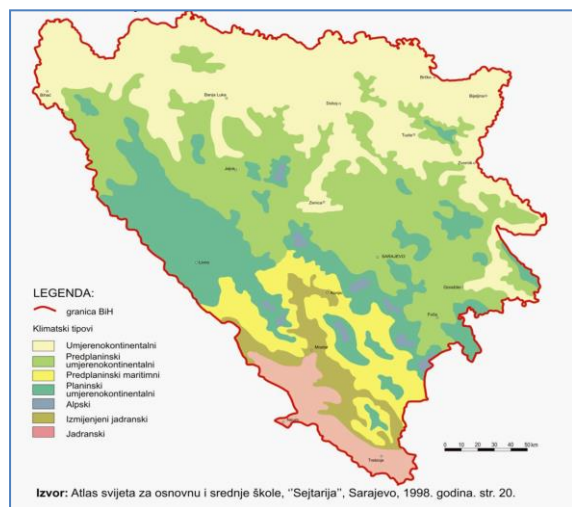
Azonalni ili visinsko pojasni faktor u Bosni i Hercegovini je dominantan na obrazovanje vremena pa prema tome i klime. Azonalni faktor, osim što modifikuje zonalne i sektorne faktore, dominantno utiče na horizontalnu i visinsku razudnost pa time i na geografsku regionalizaciju Bosne i Hercegovine.

Geografska regija Sjeverna Bosna obuhvata sjeverni dio Bosne i Hercegovine do pogranične rijeke Save na sjeveru, a južne granice predstavljene su planinskim nizom rudnih i flišnih planina: Grmeč, Snetica, Manjača, Čemernica, Vlašić, Konjuh i Javor.

Ova geografska regija zahvata približno 1/2 ukupne površine Bosne i Hercegovine. Geografsku regiju Sjeverne Bosne dominantno oblikuju hipsometrijski nivoi od 100-200 m nad morem, ne uzimajući u obzir niske horstovske planine i predgorske stepenice. Ima veoma malu energiju reljefa sa nešto značajnijom horizontalnom razvedenošću uvjetovana disekcijom riječnih tokova: Save, Drine, Bosne, Vrbasa i Une u njemu.

Po principu kompleksne geografske homogenosti geografsku regiju Sjeverne Bosne definišu tri subregionalne cjeline i to: Unsko-sanski kraj, Donji vrbaski i Donji bosnin kraj te Sprečko-majevički kraj sa Semberijom.

S obzirom na pojasne i zonalne karakteristike termičkog režima, geografsku regiju Sjeverne Bosne dominantno oblikuje umjereno-kontinentalna klima, koja geografskim sektorom od zapada prema istoku, smanjuje pluviometrijski režim prosječno za 1/3. Klimatski reprezentanti ove regije su Tuzla, Banja Luka i Bihać (Sl. 2).



Sl. 3. Regije klimatskih tipova u Bosni i Hercegovini  
Fig. 3. Regions of climate types in Bosnia and Herzegovina

Geografska regija Srednja Bosna zahvata prostor centralnih dinarskih kotlina i dolina sa rudnim i flišnim planinama i čini 1/4 ukupne površine Bosne i Hercegovine. Sjeverne granice Srednje Bosne su ujedno južne granice geografske regije Sjeverne Bosne, a prema jugozapadu i jugu granice joj čine: Lisina, Vitorog, Raduša, Bitovnja, Bjelašnica, Treskavica i Zelengora. Planinski reljef Srednje Bosne izrazito je raščlanjen kompozitnim hidrografskim sistemom: Drine, Bosne i Vrbasa. Centralno mjesto u ovoj geografskoj regiji imaju prostrane kotline, od kojih su najznačajnije: Sarajevsko-zenička i Skopaljska. Geografsku regiju Srednje Bosne oblikuju subregionalne cjeline: Sarajevsko-zenička kotlina, gornje Podrinje i gornje

Povrbasje.

Srednja Bosna se odlikuje izmjenjenom kontinentalnom klimom i pripada predplaninskom umjereno-toplom i vlažnom klimatu sa preovlađujućim kontinentalnim uticajem koji se prema višim nadmorskim visinama modifikuje u planinski i alpski tip klime. S obzirom da dolinsko-kotlinske cjeline zahvataju centralni planinski položaj u kojima dominiraju kontinentalni uticaji, klimatski predstavnici su: Sarajevo, Zenica, Goražde i Jajce.

Geografska regija visokog krša prostire se od Grmeča, na sjeverozapadu do granice sa R. Crnom Gorom, na jugoistoku. Graniči sa geografskim regijama Srednje i Sjeverne Bosne, na sjeveru, a od niske Hercegovine odvojena je: Vidušom, Veležom, Prenjom i Čvršnicom.

Površinom je nešto manja od geografske regije Srednje Bosne. Ova regija je pretežno krševita sa potpunim razvićem krških oblika, procesa i pojava.

Klimatske prilike ove regije uvjetovane su zonalnim, azonalnim i, posebno, sektornim faktorima. Zbog otvorenosti, posebno južnih planinskih ekspozicija prema Mediteranu u njoj prevladavaju kontinentalni uticaji maritimnog karaktera, što se posebno odražava na povećan izohijetni režim, posebno, tokom hladnijeg perioda godine. Geografsku regiju Visokog krša oblikuju dvije subregionalne cjeline i to: Bila i polja, na jugozapadu i Rudine na jugoistoku Bosne i Hercegovine. Zbog toga u njoj dominiraju kontinentalni uticaji maritimnog karaktera. Klimatski predstavnik ove geografske regije sa najdužim periodom instrumentalnog monitoringa je Livno, Gacko i Bileća.

Regija niske Hercegovine zahvata donji tok riječnih sistema Neretve i Trebišnjice. To je jadranski i subjadranski pojas, proširen na nisku, mediteransku i submediteransku Hercegovinu i obuhvata dio teritorije do Posušja, Širokog Brijega, Mostara, Stoca i Trebinja. Sjevernu granicu joj čine južne predgorske stepenice Čabulje, Prenja, Veleža i Viduše. Ova regija je najmanja i zahvata nešto više od 10% ukupnog državnog teritorija. Niska Hercegovina na jugu završava blago razuđenom ingresionom obalom u zalivu Neuma i poluotoka Kleka. Regija niske Hercegovine odlikuje se mediteranskom klimom, a na višim nadmorskim visinama i onim koji su odmaknuti od Jadranske obale, izmijenjenom mediteranskom klimom. Klimatski predstavnici sa dugogodišnjim klimatskim monitoringom su: Mostar i Neum.

## ANALIZA KLIMATSKOG MONITORINGA U BOSNI I HERCEGOVINI ANALYSIS OF CLIMATE MONITORING IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Klimatski monitorig obuhvata temperature i padavine iz najmanje dva klimatska perioda, a neke klimatske stanice posjeduju i tri, dok Sarajevo ima klimatski instrumentalni monitoring u ispunjavanju uvjeta od četiri uzastopna klimatska niza.

Klima-dijagrami iz dva i više klimatska niza omogućuju analizu klimatske fluktuacije izdvojenu prema klimatskim ritmovima i definišu godišnji ciklus klimatskih elemenata. Analiza klimatskog monitoringa sačinjena je od predstavnika klimatskih centara po klimatskim tipovima, koji u velikoj mjeri korespondiraju fizionomskim regijama Bosne i Hercegovine. Izoterme i izohijete su, pored ostalih elemenata, osnovne oleate tipološke geografske regionalizacije Bosne i Hercegovine.

Najduži monitoring termičkog i izohijetnog režima ima Sarajevo i iznosi preko jednog stoljeća (130 god.) pa su ovi pokazatelji veoma indikativni za ocjenu klimatskih fluktuacija. Podaci termičkog i pluviometrijskog klimatološkog režima podijeljeni su u 4 klimatska razdoblja po 30 godina, kako to zahtijava Međunarodna klimatska asocijacija, osim prvog klimatskog perioda koji je duži i iznosi 41 godinu. Ovako dug prvi klimatski ciklus obrađen je zbog uravnavanja klimatskih pokazatelja u godinama kada su iz opravdanih razloga bili prekinute radnje osmatranja i mjerenja klimatskih elemenata i pojava u Sarajevu.

Instrumentalni klimatski monitoring za najmanje dva klimatska razdoblja zadovoljava još 9 klimatskih stanica relevantnih za ocjenu fluktuacije klime, a koje su raspoređene po geografskim fizionomskim regijama, prema kojima je izvršena i klimatska regionalizacija Bosne i Hercegovine.

Da bi se shvatila suština klimatskih fluktuacija sadržanih u tabelama i grafikonima potrebno ih je dovesti u korelaciju sa grafikom fluktuacije kliznih prosjeka koji su našli svoja obrazloženja u nekoliko članaka prvog autora ovoga rada, dati u literaturi. Iz tabelarnih pregleda klimatskog režima sračunata je međuklimatska promjenljivost po mjesecima i go-

dišnjim prosjecima da bi se utvrdila klimatska amplituda fluktuacija klima-tskih parametara.

Iz ranijih obrađenih grafičkih podataka o raspodjeli odstupanja prosječnih godišnjih temperatura i petogodišnjih kliznih prosjeka u Sarajevu (Spahić, M. 2013) ne može se utvrditi u kojem periodu godine oni nastupaju i za koje godišnje doba su najintenzivniji što je mjesečnom raspodjelom u klimatskim razdobljima to omogućeno.

### **Fluktucija umjerenokontinentalnog klimata u geografskoj regiji Sjeverne Bosne Fluctuation of temperate continental climate in the geographical region of Northern Bosnia**

Umjerenokontinentalni klimat u Bosni i Hercegovini zahvata sjevernu Bosnu i korespondira sa istoimenom regijom. Ova geografska regija je pretežno pod uticajem južnih ogranaka sjevernog umjerenog pojasa i nešto ublaženijeg uticaja sjevernih dijelova suprotropskog pojasa pa su ovi sa evroazijskog kopna izražajniji. Tipični predstavnici ovoga klimata, sa najmanje dva klimatska razdoblja, su: Bihać, Banja Luka i Tuzla. Sva tri predstavnika imaju kontinuirani monitoring od 1950. do 2015. godine, s tim što je za Bihać i Banja Luku obrađen i period od 1892. do 1913. godine i poslužio je kao korelativ za naredne koji imaju pune klimatske nizove. Ove nizove klimatskog monitoringa imaju i ostala reprezentativna mjesta za definisanje klimatskih tipova. Bez obzira što svi oni ponešto odstupaju od klimatskog monitoringa Sarajeva, ipak mogu biti komparirajući kada su u pitanju klimatske fluktuacije.

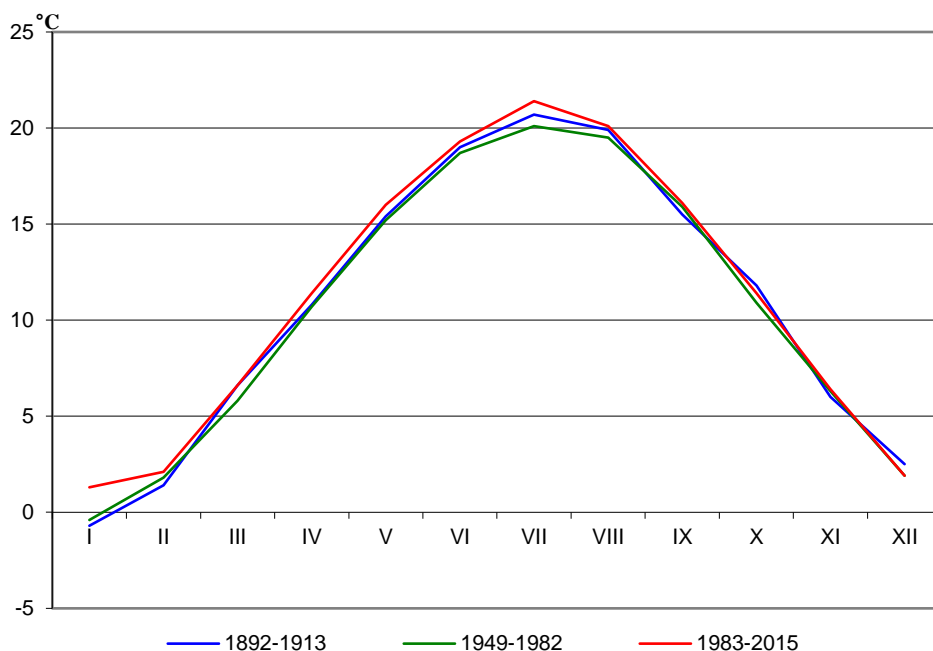
Obrada podataka klime učinjena je kumulativno za cijelu regiju sjeverne Bosne na bazi navedenih zbirnih podataka za mjesta subregionalnih cjelina: Unsko-sanskog kraja, Donjeg vrbaskog i bosninog kraja i Sprečko-majevičkog kraja sa Semberijom. koja su pod uplivom kontinentalnog režima definisana je tipična umjerenokontinentalna klima Bosne i Hercegovine.

Raspodjela temperatura u geografskim subregijama umjerenokontinentalnog klimatskog tipa u naznačenim klimatskim razdobljima dosta je ujednačena. Godišnji prosječni prirast temperatura uslijed povećanja kontinentalnosti javlja se uporedničkom pravcu zapad – istok tj. od Bihaća (11,0°C), preko Banja Luke (10,9°C) do Tuzle (10,5°C), što predstavlja prosječnu temperaturu od 10,8°C. Sličan je odnos prosječnih minimalnih i maksimalnih temperatura. Tako u Bihaću najhladniji mjesec januar je topliji (0,4°C) u odnosu na Banja Luku (-0,1°C) i Tuzlu (-0,2°C) i fluktuiira oko 0,0°C, što je prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca u ovom klimatu. Maksimalne temeprature javljaju se u julu i prosječno za cijelu regiju iznose 21,0°C.

Analiza mjesečevih međuklimatskih promjenljivosti temepratura pokazuje porast od zapada prema istoku regije sjeverne Bosne. Prosječno godišnje povećanje temperature za navedena klimatska razdoblja iznosi 0,5°C. Maksimalno povećanje temperatura javlja se u januaru i prosječno iznosi 0,9°C, dok u decembru za oba klimatska perioda nisu zabilježene promjene temperatura. Uravnoteženi trend slabog povećanja temepratura zraka za posmatrana klimatska razdoblja bilježi samo jesenji period.

Promjene temperatura po godišnjim dobima za umjerenokontinentalni klimatski tip, registruje najveće zatopljenje u posljednjem klimatskom razdoblju. Sa priloženog grafika (Sl. 4) uočava se značajno razmicanje temperatura sva tri prikazana perioda od kojih je najtoplije posljednje (1983-2015).





Sl. 4. Grafik raspodjele temperatura zraka po mjesecima u umjerenokontinentalnom klimatu Bosne i Hercegovine u naznačenim klimatskim periodima

Fig. 4. Chart of air temperature distribution by months in the altered continental climate of Bosnia and Herzegovina in the indicated climatic periods

Najizrazitije povećanje temperatura u prikazanim razdobljima su tokom zimskog perioda od početka januara do kraja februara i tokom ljetnog perioda od sredine juna do početka septembra. Ove promjene mogu se pratiti i prema tabeli prosječnih sezonskih temperatura u sva tri naznačena razoblja (Tabela 1). Tako je tokom ljeta posljednjeg klimatskog razdoblja temperatura zraka u geografskoj regiji Sjeverne Bosne porasla za 1,1°C, a tokom proljeća za 0,7°C. Porast temperatura u toku zime iznosio je 0,7°C, dok je jesenje zatopljenje najmanje i iznosilo je 0,3°C.

Tabela 1. Meduklimatska promjenljivost temperatura zraka (°C) po godišnjim dobima u geografskoj regiji Sjeverna Bosna između dva klimatska perioda: Prvo 1950-1982. i Drugo 1983-2015.

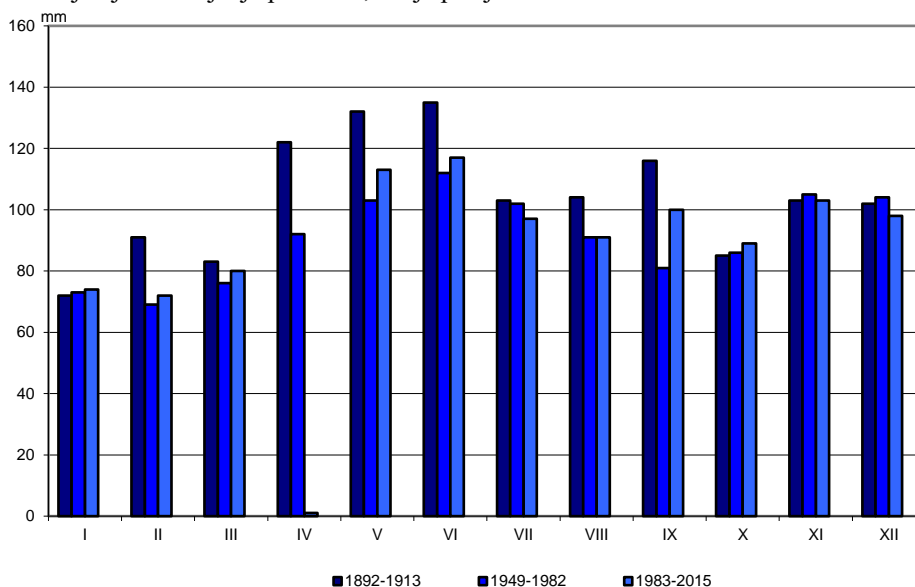
Tab. 1. Climate variability in air temperature (°C) by season in the geographical region of North Bosnia between two climatic periods: First 1950-1982. and Second 1983-2015.

Period / sezona	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
1949-1982	1,1	10,5	19,4	11,0
1983-2015	1,8	11,3	20,3	11,3
Prosjeck 1949-2015	1,5	10,9	19,9	11,2

Pluviometrijski režim umjerenokontinentalnog tipa u direktnoj vezi je sa stanjem termičkog režima. Količina padavina u svim klimatskim razdobljima smanjuje se od zapada prema istoku, što se dovodi u kontekst uticaja maritimne sektornosti zapadnih krajeva

geografske regije Sjeverne Bosne u kojima je povećana količina padavina i veće kontinentalnosti njenih istočnih područja, koja smanjuje količinu padavina.

Iz prethodnih podataka evidentno je da izohijetni režim u oba klimatska perioda pokazuje veliku ujednačenost (Sl.5). Tokom 7 mjeseci u godini bilježi se povećanje padavina u toplijem klimatskom razdoblju, pri čemu se ovaj kontinuitet bilježi na prijelazu od zime prema proljeću, dok drugi traje dva mjeseca od septembra do oktobra. Analizama izohijetnog režima primijećeno je da u godišnjim dobima najvećeg porasta temperatura zraka se javlja i smanjenje padavina, što je posljedica veće aridnosti.



Sl. 5. Raspodjela padavina po mjesecima u umjerenokontinentalnom klimatu sjeverne Bosne u navedenim klimatskim periodima

Fig. 5. Precipitation distribution by months in the altered continental climate of northern Bosnia during the indicated climatic periods

### Fluktuacija pretplaninskog klimatskog tipa umjerenokontinentalne varijante geografske regije Srednja Bosna

#### Fluctuation of the pre-mountainous climatic type of the moderate continental variant of the geographical region of Central Bosnia

Predplaninski klimatski tip umjerenokontinentalne varijante odnosi se na geografsku regiju Srednje Bosne. Fluktuacija njenih klimatskih elemenata analizirana je na bazi klimatskog režima Sarajeva, čiji je instrumentalni monitoring dug 130 godina i obuhvata 4 reprezentativna klimatska razdoblja, koja predstavljaju bazni reper za sve ostale u Bosni i Hercegovini. Prema njemu mogu se upoređivati klimatska razdoblja drugih mjesta reprezentativna za fizionomske geografske regije i preovlađujuće klimatske tipove u njima.

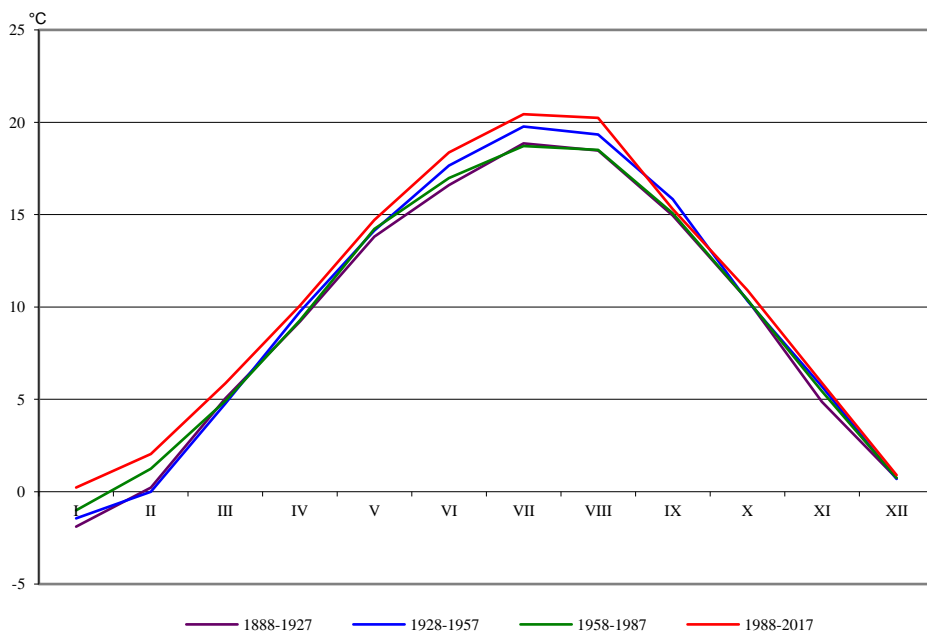
Termički i pluviometrijski režim analiziran je posebno za Sarajevo u sva četiri klimatska razdoblja, dok su za ostala mjesta ovog klimatskog tipa geografske regije Srednje Bosne: Zenicu, Goražde i Jajce fluktuacije amplituda analizirane iz zbirnih pokazatelja za

posljednja dva klimatska razdoblja.

Na bazi istih sačinjeni su grafikoni raspodjele prosječnih temperatura i padavina za navedena klimatska razdoblja. Na bazi ovih pokazatelja omogućeno je kompariranje prezentovanih klimatskih elemenata i utvrđivanje njihovih zakonomjernosti.

Prema analizi klimatskog monitoringa vidljiv je opći trend fluktuiranja termičkog režima utvrđen na bazi prosječnih godišnjih vrijednosti. Prvo klimatsko razdoblje (1888-1927.) bilo je najhladnije sa prosječnom temperaturom od  $9,3^{\circ}\text{C}$ , pri čemu je prosječna temperatura januara iznosila  $-1,9^{\circ}\text{C}$ , a maksimalna julska  $18,8^{\circ}\text{C}$ .

Naredno klimatsko razdoblje (1928-1957.) bilježi porast temperature zraka za  $0,4^{\circ}\text{C}$  u odnosu na prethodno razdoblje, pri čemu su prosječne januarske temperature za  $0,5^{\circ}\text{C}$  bile više, a prosječne maksimalne julske za cijeli  $1^{\circ}\text{C}$ . Treće klimatsko razdoblje (1958-1987.) bilježi trend opadanja prosječne dugogodišnje temperature zraka u odnosu na prethodni klimatski period za  $0,2^{\circ}\text{C}$  ali je za isto toliko toplije u odnosu na prvo klimatsko razdoblje. Prosječna minimalna januarska temperatura je za 130 godina porasla za ravno  $1,7^{\circ}\text{C}$  (sa  $-1,9^{\circ}\text{C}$  na  $0,2^{\circ}\text{C}$ ) i dalje bilježi pozitivne trendove. Maksimalne julske temperature u Sarajevu trećeg klimatskog razdoblja niže su u odnosu na drugo za  $1,1^{\circ}\text{C}$ , odnosno za  $0,1^{\circ}\text{C}$  niže u odnosu na prvo klimatsko razdoblje.



Sl. 6. Grafik raspodjelea temperatura zraka po mjesecima u umjerenokontinentalnom klimatu geografske regije Srednja Bosna na primjeru Sarajeva

Fig. 6. Chart of monthly air temperature distribution in the altered continental climate of the Central Bosnia region, in case of Sarajevo

Četvrto klimatsko razdoblje (1988-2017) je najtoplije i za  $0,8^{\circ}\text{C}$  je toplije u odnosu na prethodno treće,  $0,7^{\circ}\text{C}$  u odnosu na drugo i  $1,1^{\circ}\text{C}$  u odnosu na prvo klimatsko razdoblje. Prosječne minimalne januarske temperature zraka porasle su za  $1,2^{\circ}\text{C}$  u odnosu na

prethodno, 1,6°C u odnosu na drugo i za čak 1,7°C u odnosu na prvo klimatsko razdoblje. Prosječne maksimalne julske temperature narasle su na 20,4°C i za 1,7°C su više u odnosu na treće klimatsko razdoblje, a za 0,6°C u odnosu na drugo i za 1,6°C u odnosu na prvo klimatsko razdoblje.

Iz raspoloživih podataka, navedenih klimatskih razdoblja sračunata je prosječna, za 130 godina, temperatura zraka u Sarajevu koja je najbliža drugom klimatskom razdoblju (1928-1957) i prosječno iznosi 9,7°C. Ako se ove više od jednog stoljeća temperature zraka usporede sa najtoplijim klimatskim razdobljem (1988-2017) onda je povećanje prosječne temperature zraka za posljednjih 30 godina iznosilo 0,7°C, pri čemu je prosječna januarska minimalna temperatura porasla za 1,2°C, a maksimalna julska za ravno 1°C.

Prema pokazateljima međuklimatske promjenljivosti temperatura uočava se, gotovo, konstantno povećanje prosječnih mjesečnih temperatura iz jednog u naredno klimatsko razdoblje, posebno u relaciji III prema IV klimatskom razdoblju, kao i u relaciji prosječna dugogodišnja temperatura Sarajeva u odnosu na IV klimatsko razdoblje.

Kada se analiziraju uporedni dijagrami temperatura zraka za navedena sva četiri klimatska razdoblja onda se jasno uočava njihova međusobna grafička zbijenost od prve polovine aprila do polovine maja, što predstavlja prvi period u godini ujednačenih temperatura i drugi period, koji je nešto duži ujednačenijih temperatura bez izraženih oscilacija, traje od polovine septembra do kraja decembra. Disperzija godišnjih izotremi uočava se u dva godišnja razdoblja: prvi od početka januara do polovine marta i prosječno iznosi 0,5°C i drugi od polovine maja do polovine septembra u kojem je maksimalna razlika između najhladnijeg i najtoplijeg perioda 0,8°C u junu do 1,1°C u avgustu. Stoljetni prosječni porast temperatura u Sarajevu u ukupnom klimatskom monitoringu iznosi 0,5°C.

Prema pokazateljima dva posljednja klimatska razdoblja koja se odnose na Zenicu, Goražde i Jajce u dovoljnoj mjeri korespondiraju sa istim razdobljima u Sarajevu. Tako je u Zenici prosječna temperatura, posljednjeg klimatskog razdoblja u odnosu na treće porasla za 0,8°C, u Jajcu za 0,6°C, a u Goraždu za 0,4°C. Prosječne minimalne temperature posljednjeg klimatskog razdoblja u Zenici i Goraždu su porasle, za 0,6°C, a u Jajcu za 0,8°C. Prosječne maksimalne temperature u Zenici i Goraždu porasle su za 1,0°C, a u Jajcu za 1,5°C.

**Tabela 2. Međuklimatska promjenljivost temperatura zraka (°C) po godišnjim dobima u naznačenim periodima u regiji Srednje Bosne na primjeru Sarajeva**

**Tab. 2. Inter-climatic variability in air temperatures (°C) by seasons in the analyzed periods for Central Bosnia region, in case of Sarajevo**

Period / sezona	zima	proljeće	ljetno	jesen
1888-1927	1,1	13,2	17,4	5,3
1928-1957	1,3	13,8	18,3	5,5
1958-1987	1,7	13,5	17,4	5,5
1988-2017	2,7	14,4	18,6	5,9
Prosjeck 1888-2017	1,7	13,7	17,9	5,6

Analiza fluktuacija temperatura zraka po godišnjim dobima u Sarajevu u sva četiri klimatska razdoblja pokazuje kontinuiran porast, posebno tokom proljeća i ljeta (Tabela 2). Isto ovo vrijedi i za ostale dijelove geografske regije Srednje Bosne. Maksimalne zimske temperature od 2,7°C i maksimalne ljetne od 18,6°C zabilježene su u posljednjem klimatskom razdoblju (1988-2017.), isto kao i u ostalim subregijama Srednje Bosne. Zimske temperature posljednjeg klimatskog razdoblja osjetno su porasle i više su u odnosu na

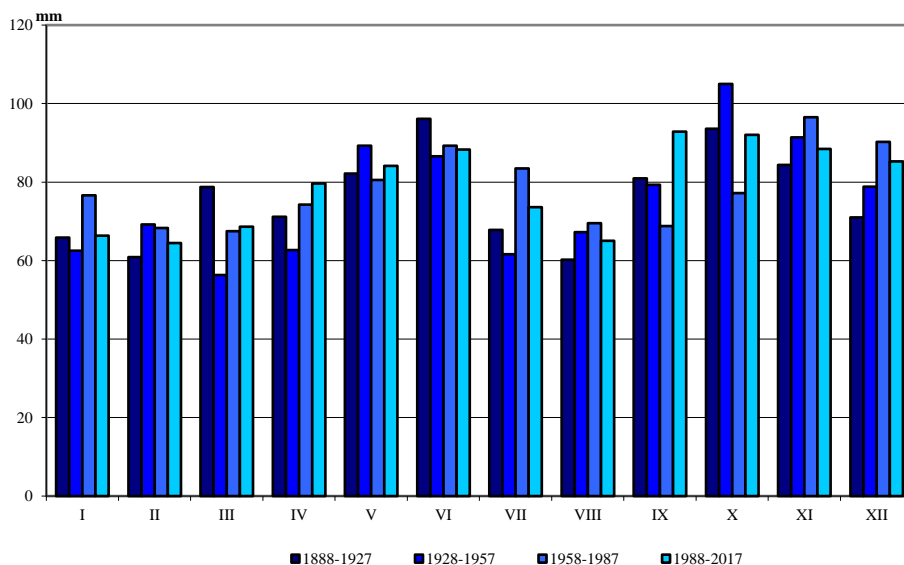
prosječne za 1,0°C.

Proljetne i jesenje temperature u Sarajevu su fluktuirale oko prosjeka u prva tri klimatska razdoblja, dok je posljednje imalo znatno zatopljenje proljeća za 0,6°C a umjereni jeseni za 0,3°C u odnosu na ukupan klimatski prosjek. Fluktucija temperatura zraka po godišnjim dobima veoma je slična u ostalim dijelovima geografske regije Srednje Bosne.

Izohijetni režim u Sarajevu obrađen je, kao i termički, u četiri klimatska razdoblja, od kojih posljednja dva dužinom perioda korespondiraju ostalim, koji su uzeti u razmatranje. Prema prikazanim tabelarnim pokazateljima dugogodišnje raspodjele padavina uočava se njihova manja fluktucija u odnosu na termički režim.

Međuklimatske razlike prosječnih mjesečnih padavina, izraženih u mm, ne pokazuju značajna odstupanja od ukupnog prosjeka. Najveća odstupanja bilo da je riječ o smanjenju ili povećanju padavina evidentirana su u II i III klimatskog razdoblja. Prema podacima prosjeka kolebanja padavina u navedenom periodu su, prosječno na godišnjoj razini, povećane za 3,8 mm, što je u poređenju sa termičkim režimom neznatno. Izohijetnom režimu Sarajeva veoma su slični oni u Zenici, Goraždu i Jajcu.

Sezonska raspodjela izohijetnog režima je dosta ujednačena i, gotovo, ne podliježe tretiranju visoke fluktucije klimatskih promjena, bar na način kao što pokazuju termičke vrijednosti. Iz raspodjele režima padavina, prikazanih po godišnjim dobima, vidljiva je njihova ravnomjerna raspodjela sa maksimumom u jesen i minimumom u zimskom razdoblju.



Sl. 7. Raspodjela izohijetnog režima po klimatskim razdobljima u pretplaninskom umjerenokontinentalnom klimatu na primjeru Sarajeva u naznačenim klimatskim periodima

Fig. 7. Distribution of isohietal regime by climatic periods in sub-mountainous altered continental climate, in case of Sarajevo in the analyzed climatic periods

Uočena je određena zakonomjernost izohijetnog sa termičkim režimom. U klimatskim razdobljima u kojima je evidentan porast temperatura količina padavina opada i obrnuto. Drugim riječima povećana klimatska humidnost snižava termički režim i obrnuto, aridnija

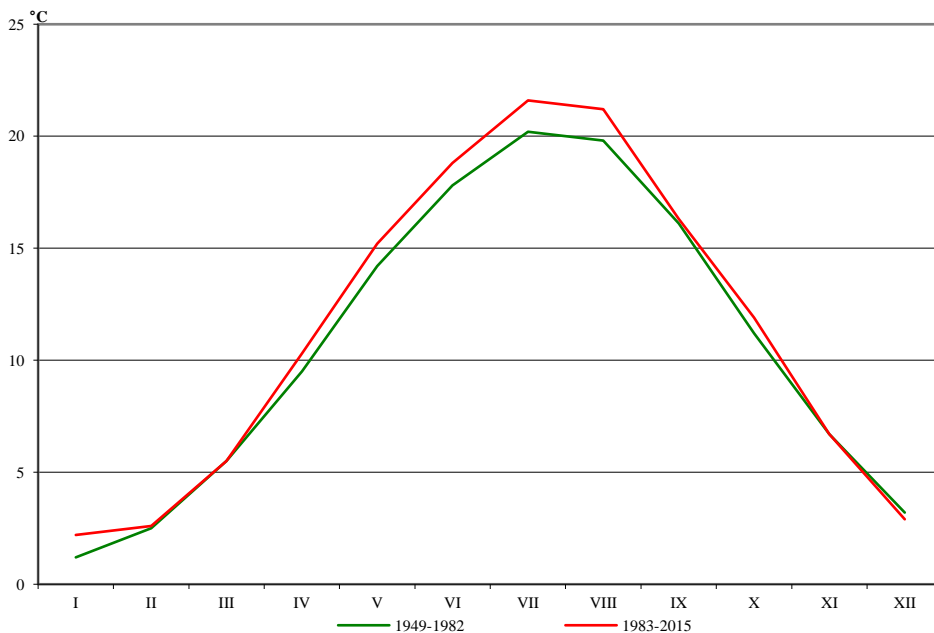
razdoblja povećavaju termički režim.

### Fluktuacija pretplaninskog i planinskog klimatskog tipa maritimne varijante geografske regije Visoki krš

### Fluctuation of the sub-mountainous and mountain climatic type of the maritime variant of the geographical region of High Karst

Geografska regija Visokog krša izdvojena je, kako je to već rečeno, jugozapadno od regije Srednje Bosne, a planinskim morfostrukturama: Vidušom, Veležom, Prenjom i Čvršnicom je odvojena od niske Hercegovine i prostire se od poriječja Unca i i gornjeg toka Sane, pritoke Une na sjeverozapadu, do granice sa R. Crnom Gorom, na jugoistoku. To je morfološki stupnjevita geografska regionalna cjelina okrenuta prema Jadranskoj zavali u kojoj se mediteranski klimatski uticaji modifikuju visinsko-pojasnim faktorima, što se posebno ogleda u termičkom i izohijetnom režimu. Ova regija je pretežno krševita sa potpunim razvićem krških morfoformi, procesa i pojava.

Da bi se shvatila suština klimatske fluktuacije analizirani su termički i izohijetni pokazatelji za dva klimatska perioda koji su dovedeni u vezu sa ostalim klimatskim tipovima i njihovim varijantama. S tim u vezi analizirani su termički i pluviometrijski klimatski elementi za Livno, predstavnika subregije Bila i polja, na jugozapadu i Bileće kao predstavnika subregije Rudina, na jugoistoku Bosne i Hercegovine.



Sl. 8. Grafik raspodjele temperatura zraka po mjesecima u umjerenokontinentalnom klimatu sa maritimnim uplivom u geografskoj regiji Visokog krša

Fig. 8. Chart of monthly air temperature distribution in altered continental climate with maritime influences in the High Karst geographical region

Prema analizi termičkog klimatskog režima prikazanog na grafiku (Sl. 8) jasno se uočava da pretplaninski klimat maritimne varijante bilježi evidentan porast temperatura

posljednjeg klimatskog razdoblja u odnosu na prethodno, posebno tokom jula mjeseca u Livnu za 1,4°C, a u Bileći čak za 1,5°C. Na godišnjem nivou porast temperatura u Livnu iznosi 0,6°C, a u Bileći 0,7°C. Razlika između maksimalnih temperatura jula i avgusta u Livnu iznosi 0,5°C, a u Bileći 0,3°C, što pokazuje da oba mjesta imaju preovlađujuće maritimne (mediteranske) uticaje.

Najviši porast temperatura bilježi juli mjesec i iznosi 1,0°C, a najniži tokom novembra prosječno za 0,3°C. Za razliku od prethodnih analiziranih grafika temperatura zraka u ovom regiji postoji zanačajnije odstupanje u dva posljednja klimatska perioda. Najnoviji klimatski period bilježi osjetno povećanje temperatura zraka u gotovo cijele godine i grafici su međusobno disperzniji u odnosu na prethodno analizirane. Njihovo zbližavanje se bilježi od sredine febraara do sredine marta, kao i u prvoj polovinie septembra i tokom polovine novembra.

Ostali periodi u godini pokazuju znatno višu temperaturu u posljednjem klimatskom periodu, posebno tokom ljeta kada su razlike 1,4°C i tokom zime 1°C. Kao i kod drugih prezentiranih klimatskih regija i subregija najmanje promjene tokom dva klimatska razdoblja zabilježena su tokom jesenjeg, a potom i proljetnog razdoblja godine (Tabela 3).

Osnovna razlika između pretplaninskog klimata sa kontinentalnom i maritimnom varijantom je u godišnjoj raspodjeli padavina. Maksimalna količina padavina u maritimnoj varijanti izlučuje se tokom hladnijeg perioda godine, a minimalna tokom ljetne sezone. Subregija Bila i polja prima manju količinu padavina i u Livnu iznosi 1149 mm, u odnosu na subregiju Rudina čiji je predstavnik Bileća i iznosi 1600 mm.

**Tabela 3. Prosječne temeparature zraka (°C) u klimatskim razdobljima naznačenim u tabeli po sezonama u umjerenokontinentalnom klimatu sa maritimnim uplivom u geografskoj regiji Visokog krša**

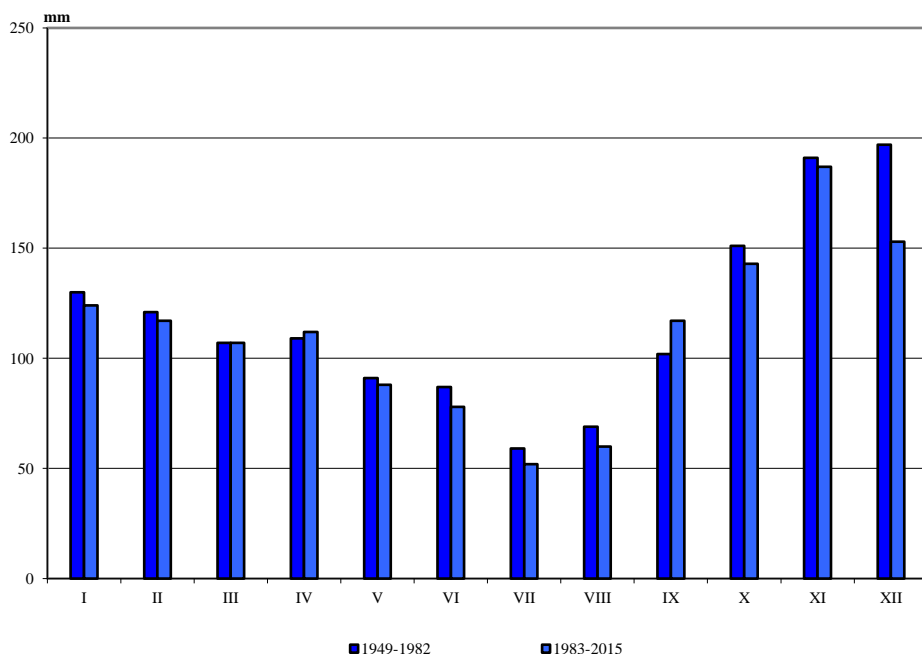
**Tab. 3. Average air temperatures (°C) in climate periods indicated in the seasonal table in altered continental climates with maritime influences in the High Karst geographic region**

Period / sezona	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
1949-1982	2,3	9,7	19,3	11,3
1983-2015	2,6	10,3	20,5	11,6
Prosjeck 1949-1982	2,5	10	19,9	11,5

U drugom mjestu je veća količina padavina zbog mediteranskog upliva. Kada se analizira zbirna tabela raspodjeli izohijetnog režima geografske regije Visokog krša, da se primijetiti kako se minimalna količina padavina izlučuje u vrijeme maksimalnih temperatura zraka tj. u julu. Maksimalna količina padavina redovno se deševa u novembru i iznosi prosječno 189 mm.

Poredeći dva klimatska razdoblja primjećuje se fluktuacija padavina, koja ima dosta sličan trend sa prethodnim geografskim regijama. Maksimalno smanje padavina u posljednjem klimatskom razdoblju za mjesec decembar iznosi prosječno 33,5 mm, a minimalno 0 mm u martu mjesecu. Prosječno fluktuiranje količine padavina u dva klimatska razdoblja iznosi 60 mm.

Prosječna maksimalna količina padavina izlučuje se tokom jeseni i iznosi 149 mm. Povećana količina padavina nastavlja se i tokom zime, a od početka proljeća do kraja ljeta ona se kontinuirano smanjuje. Padavinski režim tokom godišnjih doba ne pokazuje znatna odstupanja kao što je to slučaj sa termičkim režimom.



Sl. 9. Raspodjela padavina po mjesecima u umjerenokontinentalnom klimatu sa maritimnim uplivom u geografskoj regiji Visokog krša

Fig. 9. Monthly precipitation in altered continental climates with maritime influences in the geographical region of the High Karst

### Fluktuacija mediteranskog i submediteranskog klimatskog tipa u geografskoj regiji Niska Hercegovina

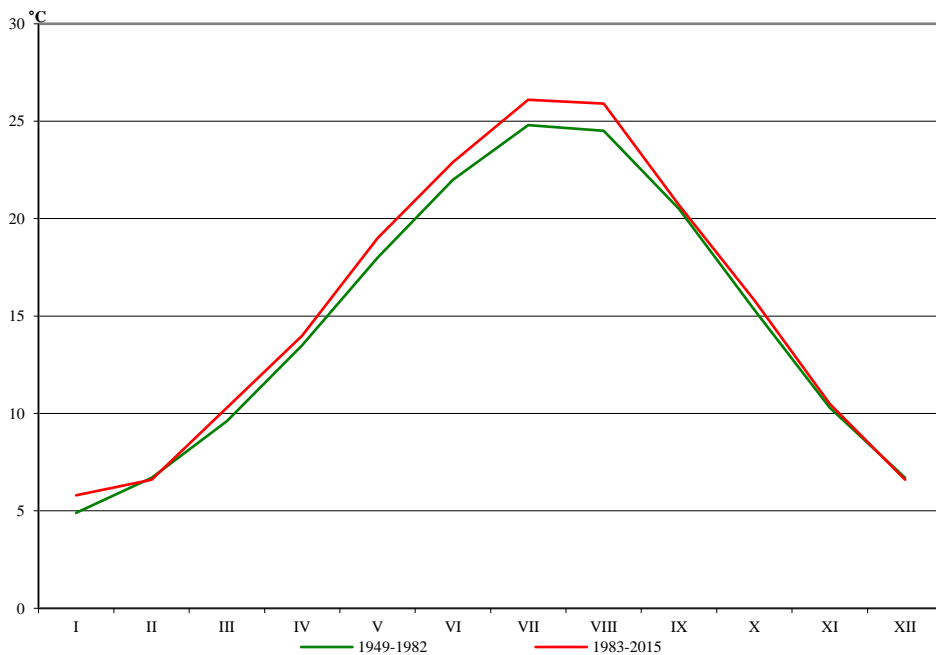
#### Fluctuation of Mediterranean and Submediterranean climate types in the geographical region of Low Herzegovina

Regija niske Hercegovine zahvata poriječje donjeg riječnog sistema Neretve kojem pripadaju i pritočni riječni sistemi: Trebišnjice i Tihaljine. To je jadranski i subjadranski pojas, proširen na nisku, mediteransku i submediteransku Hercegovinu i obuhvata dio teritorije do Posušja, Širokog Brijega, Mostara, Stoca i Trebinja. Sjevernu granicu joj čine južne predhorske stepenice Čabulje, Prenja, Veleža i Viduše. Klimatski predstavnici ove regije sa dugogodišnjim klimatskim monitoringom i to dva klimatska razdoblja su: Mostar i Neum.

Godišnja raspodjela termičkog režima u Niskoj Hercegovini pokazuje tipični primjer mediteranskog klimata, koji se prema unutrašnjosti dolinom Neretve i njenih pritoka, posebno Trebišnjice i Tihaljine, modifikuje fizičkogeografskim faktorima u vruće ljeto i blagu zimu. Zbog toga su maksimalne temperature u Mostaru nešto više u odnosu na one u Neumu i posljedice su razlika u toplotnom kapacitetu; manjeg na karbonatnom supstratu u unutrašnjosti koji se brže i više ugrijava. Na obalnom području Jadranskog mora vlada veći toplotni kapacitet pa se morska voda sporije ugrijava i sporije hladi što uvjetuje uravnoteženije godišnje temperature zraka. Uzimajući u obzir ove činjenice obrađen je termički i



izohijetni režim mediteranskog i submediteranskog klimata, koji odlikuje geografsku regiju Niske Hercegovine.



Sl. 10. Grafik raspodjele temperatura zraka po mjesecima u mediteranskom u geografskoj regiji Niska Hercegovina

Fig. 10. Chart of the monthly temperature distribution in the geographic region of Low Herzegovina

Iz priloženog grafika raspodjela temperature zraka po mjesecima u dva posljednja klimatska razdoblja u mediteranskom i izmijenjenom mediteranskom klimatu pokazuje pojavu maksimalne temperature u julu, koja je veoma bliska avgustovskoj temperaturi.

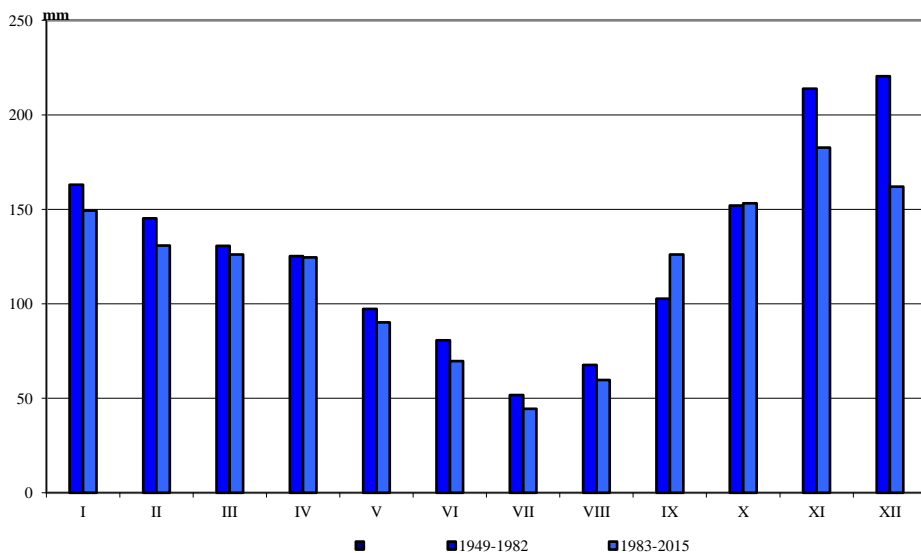
Porast temperatura zraka u posljednjem klimatskom razdoblju najbolje pokazuje međuklimatska termička promjenljivost, koja se može pratiti na priloženom grafikonu (Sl. 10). Porast maksimalnih temperatura u drugom razdoblju u odnosu na prethodno iznosi  $1,3^{\circ}\text{C}$  u julu, odnosno  $1,4^{\circ}\text{C}$  u avgustu. Međuklimatska promjenljivost je dosta ujednačena za minimalne temperature hladnijeg perioda. Na godišnjoj razini prosječan porast temperatura u posljednjem klimatskom razdoblju u odnosu na prethodno iznosi  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Pored toga, sa priloženog grafika uočavamo zbližavanje godišnjeg termičkog režima tokom februara i početkom decembra, koji traju samo nekoliko dana. Ostali prosječni termički tokovi pokazuju evidentnu razliku, pri čemu je posljednje klimatsko razdoblje značajno toplije u odnosu na prethodno.

U mediteranskom i submediteranskom klimatu evidentna je i razlika porasta temperatura po godišnjim dobima, istina manje izražajna nego u kontinentalnoj klimi. U navedenoj geografskoj regiji porast ljetnih temperatura u navedena dva klimatska razdoblja iznosi  $0,9^{\circ}\text{C}$ , proljetnih  $0,8^{\circ}\text{C}$ , jesenjih  $0,2^{\circ}\text{C}$ , a zimskih  $0,5^{\circ}\text{C}$  (Tabela 4). Manja međusezonska kolebanja u mediteranskoj i submediteranskoj klimi u Bosni i Hercegovini objašnjenje treba tražiti u klimatskim faktorima od kojih je najvažniji toplotni kapacitet podloge.

**Tabela 4. Prosječne temperature zraka (°C) u klimatskim razdobljima naznačenim u tabeli po sezonama u mediteranskom i izmjenjeno mediteranskom klimatu regije niska Hercegovina.**

**Tab. 4. Average air temperatures (°C) in the climatic periods, indicated in the table, by seasons, in the Mediterranean and altered Mediterranean climates in the low Herzegovina region.**

Period	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
1949-1982	7,0	13,7	23,3	10,8
1983-2015	7,5	14,4	24,2	11,0
Prosjek (1049-2015)	7,3	14,1	23,8	10,9



**Sl. 11. Raspodjela padavina po mjesecima u mediteranskom i submediteranskom klimatu regije Niska Hercegovina**

**Fig. 11. Monthly precipitation distribution in the Mediterranean and sub-Mediterranean climate in the Low Herzegovina region**

Izohijetni režim u geografskoj regiji Niske Hercegovine je korespondentan pluviometrijskom režimu mediteranske i submediteranske klime. Za razliku od umjerenokontinentalnih klimatskih tipova (kontinentalane i mediteranske varijante) mediteranski i submediteranski klimatski tip je obilniji padavinama koje su neravnomjerno raspoređene tokom godine (Sl. 11).

Iz analiziranih tabelarnih podataka i priloženog grafika vidljivo je zakonomjerno smanjenje količine padavina u posljednjem klimatskom periodu u odnosu na prethodno i korespondira zakonomjernom smanjenju padavina kada raste termička vrijednost.. Maksimalna količina padavina izlučuje se u hladnijoj polovini godine, a minimalne tokom ljeta. Obilnija količina padavina u Niskoj Hercegovini dovodi se u vezu sa južnim marinskim navjerenim uticajima.

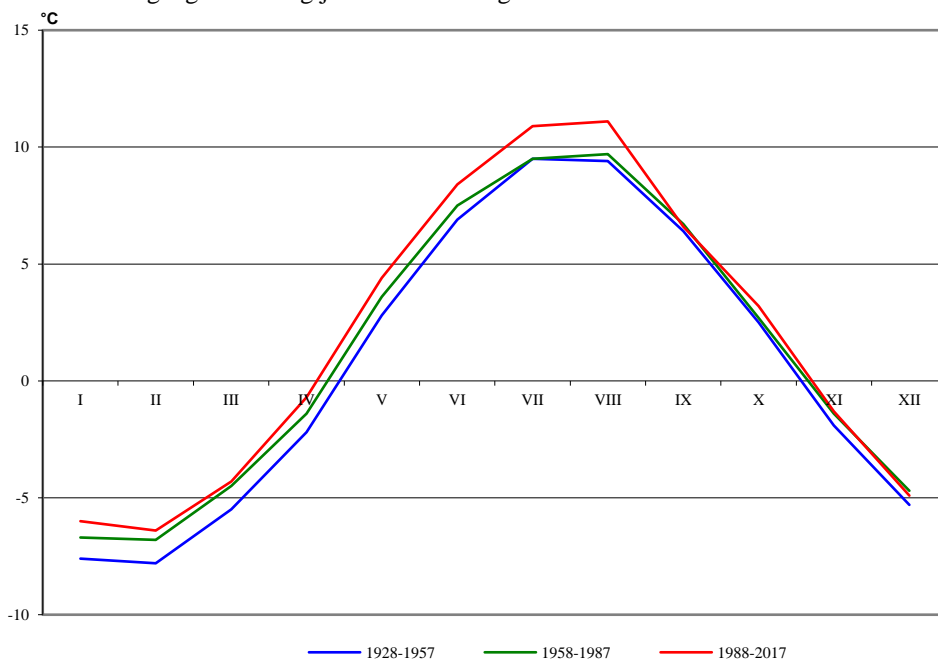
Najveće prosječno smanjenje padavina u posljednjem klimatskom razdoblju javlja se tokom decembra i iznosi 43,9 mm, a najmanje iznosi u aprilu (0,4 mm), odnosno u oktobru (0,6 mm). Prosječno godišnje smanjenje padavina u posljednjem klimatskom razdoblju u odnosu na prethodno iznosi 132 mm, što je daleko veće u odnosu na već analizirane klimate

u Bosni i Hercegovini.

Gledano po godišnjim dobima posljednje klimatsko razdoblje je primalo manju količinu padavina raspoređeno po godišnjim dobima. Zimi se izlučuje maksimalna količina padavina, a ljeta su dosta sušna. Tokom tri ljetna mjeseca izluči se manja količina padavina za 3,3 puta u odnosu na decembarški maksimum padavina.

### Fluktucija planinskog klimatskog tipa u fizionomskoj regiji Dinarsko visočje Fluctuation of mountain climate type in the physiognomic region Dinaric mountains

Predstavnik planinskog klimata u Bosni i Hercegovini, koji ima sve atribute alpskog klimatskog tipa u Bosni i Hercegovini je Bjelašnica. Ovom planinskom morfostrukturom započinje fizionomska cjelina Dinarsko visočje, na jugoistok sve do državne granice sa R. Crnom Gorom. S obzirom da se na najvišem vrhu Bjelašnice (2067 m) nalazi klimatska opservatorija, s pravom se može konstatovati da je ona predstavnik visokih Dinarskih planina u Bosni i Hercegovini. Ova klimatska opservatorija je jedna od najstarijih u Bosni i Hercegovini i početak instrumentalnog mjerenja datira od 1895. godine. S obzirom na surove uvjete i ratna dešavanja postoje prekidi u njenom radu pa su za ovaj rad prikupljeni podaci iz tri klimatska razdoblja, od kojih posljednja dva, korespondiraju ostalim prikazanim u okviru geografskih regija Bosne i Hercegovine.



Sl. 12. Grafik raspodjele temperatura zraka po mjesecima u planinskoj strukturi Dinarida na primjeru Bjelašnice

Fig. 12. Chart of the monthly temperature distribution of the Dinarides in case of Bjelašnica

Termički režim Bjelašnicu svrstava u subnivalne klimatske tipove jer joj je prosječna godišnja temperatura  $1,2^{\circ}\text{C}$  i pola godine ima temperature ispod tačke ledišta, pa se smjenjuju samo dva godišnja doba i to svježje i prohladno ljeto i veoma surova zima. Ako se

s pravom kaže da je Sarajevo predstavnik kontinentalnog dijela Bosne i Hercegovine, Mostar submediteranskog i mediteranskog, onda se za Bjelašnicu može konstatovati da je ona predstavnik planinskog, odnosno subnivalnog klimatskog tipa u Bosni i Hercegovini.

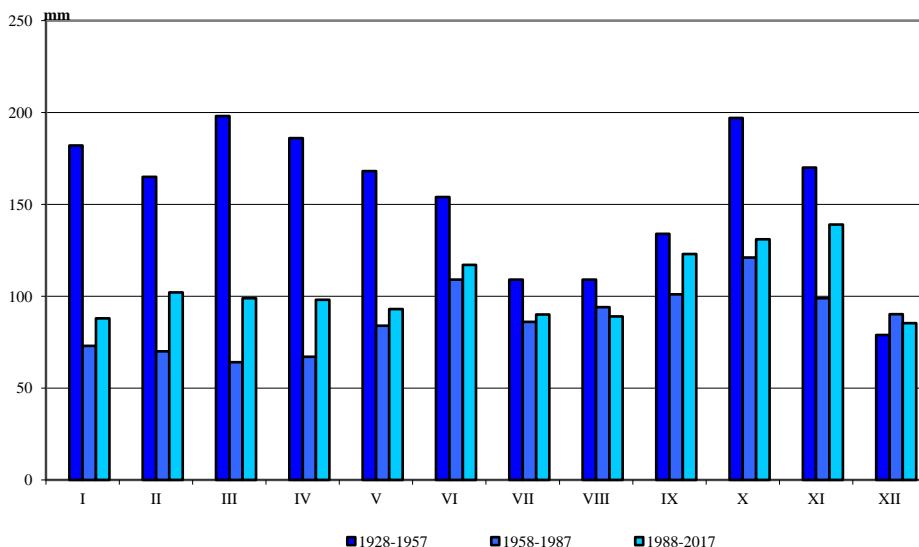
Iz grafika (Sl. 12) vidljiv jesu stalni porast temperatura zraka na Bjelašnici iz jednog u drugi klimatski period. Evidentan je porast temperatura tokom zimskog razdoblja, posebno u feruaru, kada se bilježe minimalne temperature, i razlike između prosječno nanižih temperatura iz najstarijeg i najmlađeg perioda iznose 1,4°C.

**Tabela 5. Prosječne temeperature zraka (°C) u klimatskim periodima naznačenim u tabeli po sezonama u planinskoj strukturi Dinarida na primjeru Bjelašnice**

**Tab. 5. Tab. 5. Average air temperatures (°C) in the in the mountain range of the Dinarides in case of Bjelasnica**

Period	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
1895-1940	-6,9	-1,6	8,6	2,3
1952-1984	-6,1	-0,8	8,9	2,7
1985-2017	-5,7	-0,2	10,1	2,8
Prosjeck (1049-2015)	-6,2	-0,9	9,2	2,6

Drugo razdoblje povišenih temperatura javlja se tokom ljetnog perioda jula i avgusta kada su one u najnovijem prema najstarij periodu povećane za 1,7°C. Sa grafika se dalje uočava stalno razmi-canje linija prosječnih klimatskih perioda koje ukazuju na permanentan porast prosječnih temperatura temperatura klimatskih perioda u prvih 9 mjeseci. Nakon septembra linije na grafiku su zgusnute i pokazuju manja klimatska odstupanje od prosječnog četvoromjesečnog perioda. Na godišnjem nivou zabilježen je kontinuirani porast temperatura zraka za 0,6°C.



**Sl. 13. Raspodjela padavina po mjesecima u u planinskoj strukturi Dinarida na primjeru Bjelašnice**

**Fig. 13. Monthly precipitation distribution in the mountain range of the Dinarides in case of Bjelasnica**

U ukupnoj raspodjeli prosječnih temperatura tri klimatska perioda može konstatovati da su najviša kolebanja tokom ljeta i iznose 1,5°C, potom proljeća 1,4 °C, zime 1,2°C, a najmanja su tokom jesenjeg razdoblja i iznose 0,5 °C (Tabela 5).

Raspodjela izohijetnog režima prema klimatskim periodima prikazana na priloženom grafiku pokazuje evidentna međuklimatska odstupanja, posebno prvog klimatskog perioda. Razlog povećane količine padavina ne nalazi svoje opravdanje u klimatskim kolebanjima koliko u pogrešnom mjerenju količine, posebno sniježnih padavina. Pogreške kod mjerenja visine padavina na Bjelašnici nastala je kao rezultat pogrešno odabrane, na zavjetrini, lokacije za kišomjer, odnosno pluviograf. Kako na Bjelašnici prevladavaju sniježne padavine i snažni vjetrovi koji stvaraju blizarde i napuhuju smetove na instrumente za padavine. Ovim se povećavala količina padavina, koja je od osmatrača registrovana i unošena u meteorološke godišnjake. Zbog toga na grafiku prvi stubac, kojim je predstavljen najstariji period padavinskog klimatskog režima, nije uzet u razmatranje kao predposljednji i posljednji klimatski period. Uzimajući ove činjenice u obzir može se konstatovati da padavinski klimatski režim na Bjelašnici veoma sličan ostalim geografskim regijama u Bosni i Hercegovini, gdje postoji uzajamna veza termičkog i izohijetnog klimatskog režima slična ostalim provjerenim pokazateljima u Bosni i Hercegovini.

## ZAKLJUČAK CONCLUSION

Na bazi prikupljenih, sređenih i analiziranih klimatskih elemenata, posebno termičkih, prema klimatskim periodima, od kojih je većina priložena u ovom radu može se konstatovati da:

- Postoji opći kontinuirani trend porasta temperatura zraka od početka praćenja u instrumentalnom periodu;
- maksimalni porast temperatura redovito se bilježi tokom ljeta i iznosi prosječno za Bosnu i Hercegovinu 0,9°C;
- Zatopljenje se javlja i tokom ostalih godišnjih doba, gotovo podjednako tokom zime i proljeća kada iznosi 0,6°C, dok je najmanje tokom jeseni i iznosi 0,3°C (Tabela 6);
- Postoji trend ranijeg vegetacionog početka od dugogodišnjeg uobičajenog koje se objašnjava porastom zimskih i posebno proljetnih temperatura, prosječno za 0,6°C;
- Postoji opći trend porasta temperatura iz prethodnog prema narednom klimatskom periodu, što se može primijetiti na priloženim grafikonima. Sa istih primjećuje se porast temperatura od prvog prema drugom klimatskom periodu, dok se ista nešto smanjuje od drugog prema trećem, a najizraženije je od trećeg do četvrtog klimatskog perioda. Ove se najbolje može primijetiti na grafikonima Sarajeva i Bjelašnice, koji imaju najduži instrumentalni monitoring termičkih praćenja i mjerenja.
- Postoji opća zakonomjernost u režimu padavina, koja je u obrnutoj vezi sa porastom temperatura zraka – zatopljenje uvjetuje aridnost, a zahlađenje humidnost.

Na osnovu provedenih analiza termičkog režima u Bosni i Hercegovini koje pokazuju trend porast temperature zraka i nesumnjivo potvrđuju opću tendenciju globalnog zatopljenja., koje se posebno manifestira tokom posljednja dva klimatska perioda. Uzroke bi trebalo potražiti osim antropogenih još i u geogenim i kosmogenim procesima i pojavama.

**Tabela 6. Među klimatska promjenljivost mjesečnih temperatura zraka (°C) u geografskim regijama Bosne i Hercegovine između klimatska perioda I to: Posljednjeg (1983-2015) i prethodnog (1950-1982)**

**Tab. 6. Inter-climatic variability of the monthly air temperatures (°C) in the geographical regions of Bosnia and Herzegovina between the climatic period: First (1950-1982) and Second (1983-2015)**

Mjeseci / Periodi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Go d
<b>Geografska regija Sjeverna Bosna</b>													
Posljednji - prethodni	0,9	0,3	0,8	0,7	0,8	0,6	0,3	0,6	0,2	0,5	0,1	0,0	0,7
<b>Geografska regija Srednja Bosna</b>													
Posljednji - prethodni	0,8	0,8	1,0	0,8	0,5	1,4	1,4	1,7	0,2	0,5	0,5	0,2	0,9
<b>Geografska regija Visoki krš</b>													
Posljednji - prethodni	0,5	0,0	0,0	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,1	0,3	0,0	-0,2	0,3
<b>Geografska regija Niska Hercegovina</b>													
Posljednji - prethodni	0,0	-	0,7	0,5	1,0	0,9	1,3	1,4	0,2	0,3	0,2	-0,1	0,6
<b>Dinarsko visočje - Bjelašnica</b>													
Posljednji - prethodni	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,2	0,4	0,3	0,4	0,6
<b>Prosjek među klimatske promjenljivosti temperatura zraka u Bosni i Hercegovini</b>													
Posljednji - prethodni	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	0,2	0,4	0,2	0,0	0,6

## Literatura

### Literature

**Conway, H. L. Rasmussen, & H. Marshall, 1999.** Annual mass balance of Blue Glacier, USA: 1955-97. *Geografiska annaler*, 81A(4): 509-520.

**Dyurgerov, M. & M. Meier, 1997a.** Mass balance of mountain and subpolar glaciers: A new global assessment for 1961-1990. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 29(4): 379-391.

**Gorntz, V., Leedeff, & Hansen, J. 1982.** Global Sea Level Trend in the Past Century. *Science* 215, 1611.

**Forster, R., B. Isacks & D. Das 1996.** Shuttle imaging radar (SIR-C/X-SAR) reveals near-surface properties of the south Patagonian ice-field. *Journal of Geophysical Research*, 101(E10): 23169-23180.

**Forsythe, R. & C. Mpodozis, 1983.** Geología del basamento pre-Jurásico superior en el Archipiélago Madre de Dios, Magallanes, Chile. *Boletín* 39, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, 63 pp.

**Haeberli, W., R. Frauenfelder, M. Hoelze & M. Maisch 1999.** On rates and acceleration trends of global glacier mass changes. *Geografiska annaler*, 81A(4): 585-591.

**Harrison, S. & V. Winchester, 1998.** Historical fluctuations of the Gualal and Reicher Glaciers, North Patagonian Icefield, Chile. *The Holocene*, 8(4): 481-485.

**Michel, R. & E. Rignot, 1999.** Flow of Glacier Moreno, Argentina, from repeat-pass Shuttle Imaging Radar Images: comparison of the phase correlation method with radar interferometry. *Journal of Glaciology*, 45(149): 93-100.

- Mittchel, J.M. i dr. 1966:** Climat change. WMO, Tehnical Note No.79. Geneva.
- Plumer, C C., McGreary, D. & Carlson, D.A. 2001.** Physical Geology
- Raymond, C., T. Neuman, E. Rignot, A. Rivera & G. Casassa, 2000.** Retreat of Tyndall glacier, Patagonia, Chile. In: Eos, transactions, American Geophysical Union, Vol. 81(48): F427, H61G-02.
- Rivera, A. C. Acuña, G. Casassa & F. Bown, 2002.** Use of Remote Sensing and field data to estimate the Contribution of Chilean glaciers to the sea level rise, *Annals of Glaciology*, 34: 367-372.
- Sheikh M.M., **Spahić M.**, i ost. (2013): Biodiversity and Environmental Issues. Lambert Academic Publishing. Deutsche Nationalbibliothek, Sarbribrucken
- Spahić, M. (2005):** Fluktuacija nekih hidroklimatskih parametara u Bosni i Hercegovini. Zbornik radova Prvog kongresa geografa Bosne i Hercegovine: Geografsko društvo Federacije Bosne i Hercegovine. Sarajevo
- Spahić, M. 2007:** Geografija za 8 razred osnovne škole. Sarajevo Publishing, Sarajevo
- Spahić, M., Drešković, N. 2011:** "Implikacija političko-teritorijalnog ustrojstva Bosne i Hercegovine na njen regionalnogeografski razvoj", Zbornik radova Međunarodnog simpozija "Bosna i Hercegovina - 15 godina Dejtonskog mirovnog sporazuma", Univerzitet u Sarajevu;
- Sheikh M.M., **Spahić M.**, i dr. (2013): Biodiversity and Environmental Issues. Lambert Academic Publishing. Deutsche Nationalbibliothek, Sarbribrucken
- Šegota, T. & Filipčić, A. 1996.** Klimatologija za geografe. Školska knj. Zagreb.
- Wicander, R. & Monroe, J.S. 1999.** Essentials of Geology
- Winchester, V. & S. Harrison, 2000.** Dendrochronology and Lichenometry, an investigation into colonization, growth rates and dating on the east side of the North Patagonian Icefield, Chile. *Geomorphology*, 34: 181-194.
- Winchester, V. S. Harrison & C. Warren, 2001.** Recent retreat Glaciar Nef, Chilean Patagonia, dated by Lichenometry and Dendrochronology. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 33(3): 266-273.

## SUMMARY

### ANALYSIS OF TRENDS OF CLIMATE FLUCTUATIONS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

**Muriz Spahić**, Association of Geographers in Bosnia and Herzegovina,  
Zmaja od Bosne 33, Sarajevo Bosnia and Herzegovina  
[murizspahic@gmail.com](mailto:murizspahic@gmail.com)

**Bakir Krajinović**, Department of Applied Meteorology, Federal Hydrometeorological Institute Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
[bakir.krajinovic@fhmzbih.gov.ba](mailto:bakir.krajinovic@fhmzbih.gov.ba)

**Haris Jahić**, University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of geography,  
Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
[haris-jahic@hotmail.com](mailto:haris-jahic@hotmail.com)

Fluctuation is a legitimate geographical category and includes long-term systemic fluctuations in natural phenomena and processes. The fluctuations are conditioned by the rhythms, and the rhythms with cycles. Rhythms define mild changes in natural processes that arise in causation and relationships between teluric and cosmic forces. Rhythms can be one-day (shift of day and night), annual (shift of seasons), centennial (hydrological and climatic fluctuations) and secular (paleogeographic changes of the appearance of the planet Earth through the geological past). Fluctuation is the general trend of legitimate changes in natural processes expressed through rhythms and cycles, which take place around equilibrium natural states. These oscillations fall into the domain of natural fluctuations, such as, inter alia, oscillations of climatic elements and phenomena.

In order to accurately determine the tendency of some value such as the climate tendency, it is necessary to have a fixed benchmark, ie, standard size with which the previous and subsequent climatic periods are compared. Thus, for the climate, according to the international convention, the "Standard Size" of a time series of 30 years is agreed, with the first period calculated from 1931 to 1960 and defined as the first climatic sequence; the second from 1961 to 1990, and the third will end next year, in 2020.

Based on the climate monitoring collected from the Observatory in Sarajevo, the fluctuation of the thermal and isohietal regime has been demonstrated for 112 years, which, as has been emphasized, is the normal state of the basic climate indicators.

The methodology of this research was based on the graphic representation of average annual temperatures and precipitation in the shape of points interconnected in the graph of the long-term thermal and pluviometric series. The graph shows a great diversity of average annual temperatures and precipitation, which are not repeatable and identical for any year presented over the centuries (Figure 1).

Climate monitoring in Bosnia and Herzegovina has been selected based on the physiognomy of its territory that respects the zonal, sectoral and azonal factors.

According to the principle of complex geographic homogeneity, the geographical region of Northern Bosnia is defined by three subregional units: Una-Sana, Donji Vrbaski and Donji Bošnjanski Kraj and the Sprečko-Majevički region with Semberija.

Considering the belt and zonal characteristics of the thermal regime, the geographic region of Northern Bosnia is dominated by the moderate continental climate, which, by the



geographical sector from the west to the east, reduces the pluviometric regime by 1/3 on average. The climate representatives of this region are Tuzla, Banja Luka and Bihać.

The geographical region of Central Bosnia covers the area of central Dinaric valleys and valleys with ore and flysch mountains and makes 1/4 of the total area of Bosnia and Herzegovina. The northern borders of Central Bosnia are at the same time the southern borders of the geographical region of North Bosnia, and to the southwest and south of the border are: Lisina, Vitorog, Raduša, Bitovnja, Bjelašnica, Treskavica and Zelengora. The mountain relief of Central Bosnia is distinctly divided by the composite hydrographic system: the Drina, Bosnia and Vrbas. The central place in this geographical region has spacious basins, the most important of which are: Sarajevo-Zenica and Skopaljska. The geographical region of Central Bosnia forms subregional units: the Sarajevo Zenica basin, the Upper Podrinje and the Upper Pobrasje.

Central Bosnia is characterized by an altered continental climate and belongs to a pre-mountainous moderate-warm and humid climate with a predominantly continental influence which is modified to montane and alpine climate towards higher altitudes. Given that the valley units occupy the central mountainous position dominated by continental influences, climate representatives are: Sarajevo, Zenica, Goražde and Jajce.

The high karst geographic region extends from Grmeč, in the northwest to the border with R. Montenegro, in the southeast. borders with the geographical regions of Central and Northern Bosnia, in the north, and is separated from Low Herzegovina by: Viduša, Velež, Prenj and Čvrstica. The area is slightly smaller than the geographical region of Central Bosnia. This region is predominantly contiguous with the complete development of karst forms, processes and phenomena.

The climatic conditions of this region are conditioned by zonal, azonal and, in particular, sectoral factors. Due to its openness, especially the southern mountainous exposures to the Mediterranean, continental influences of maritime character predominate, which in particular reflects on the increased isohietal regime, especially during the colder period of the year. The geographic region of the High Karst is characterized by two subregional units, namely: Bila and Polja, in the southwest and Rudine in the southeast of Bosnia and Herzegovina. That is why it is dominated by continental influences of a maritime character. The climate representative of this geographical region with the longest period of instrumental monitoring is Livno, Gacko and Bileć.

Lower Herzegovina region includes the lower flow of river systems of Neretva and Trebišnjica. It is an Adriatic and sub Adriatic belt, extended to low, Mediterranean and sub-Mediterranean Herzegovina and covers part of the territory to Posušje, Široki Brijeg, Mostar, Stolac and Trebinje. Its northern border is made up of the southern foothills of Čabulja, Prenj, Velež and Viduša. This region is the smallest and accounts for just over 10% of the total state territory. In the south, Low Herzegovina ends with a mildly razed coastline in the bay of Neum and the Klek peninsula. The region of Low Herzegovina is distinguished by the Mediterranean climate, at higher altitudes and in those moving away from the Adriatic coast, the changed Mediterranean climate. Climate representatives with long-term climate monitoring are: Mostar and Neum.

Based on the collected, arranged and analyzed climatic elements, especially thermal ones, according to climatic periods, most of which are included in this paper, it can be stated that:

Based on the collected, arranged and analyzed climatic elements, especially thermal ones, according to the climatic periods, most of them are attached in this paper, it can be concluded that:

- There is an increasing continuous trend of the air temperatures since the beginning of the instrumental period;
- The maximum of increase of temperature is regularly recorded during the summer with averages 0.9°C for Bosnia and Herzegovina;
- Warming occurs during other seasons, equally during winter and spring when it is 0.6°C and for the autumn it is just 0.3°C (Table 6);
- There is a trend which show that vegetation period starts before the usual time, which can be explained by an increase in winter and especially spring temperatures, in average for 0.6°C;
- There is a general trend of increasing temperatures from the first to the following climatic periods, which can be observed in the attached charts. Temperature from the first to the second climatic period is noticed, while the same decreases from the second to the third, and is most pronounced from the third to the fourth climatic period. These can best be seen on the charts of Sarajevo and Bjelasnica, which have the longest instrumental monitoring of air temperature.
- There is a general pattern in the precipitation regime, which is inversely related to the increase in air temperatures - warming causes aridity, and cooling causes humidity.

Based on the analyzes of the thermal regime in Bosnia and Herzegovina, which show a trend of rising air temperature and undoubtedly confirm the general tendency of global warming, which is especially manifested during the last two climatic periods. Causes should be sought in addition to anthropogenic but also in geogenic and cosmogenic processes and phenomena.

## Authors

**Muriz Spahić**, doctor of geographical sciences, full professor at the Faculty of Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Scientific area of research includes: physical geography and environmental protection, from which he published one monography and six university textbooks. Author of over 80 scientific articles, autor and co-author of several textbooks of geography in primary and secondary schools. Responsible researcher and participant in several scientific prestige projects. President of the Association of Geographers of Bosnia and Herzegovina, editor of the scientific journal *Acta Geographica Bosniae et Herzegovinae*.

**Bakir Krajinović**, Bakir Krajinović, Master of geographical sciences, graduated at the Faculty of Mathematics and Science, University of Sarajevo. Currently works in the Federal Hydrometeorological Service of Bosnia and Herzegovina. Scientific area of research includes: renewable energy resources, sustainability, environmental protection, climate and climate change. Author and coauthor of numerous scientific and technical articles published in scientific journals.

**Haris Jahić**, doctor of geographical sciences, assistant professor at the Faculty of Science, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Performs lectures and exercises, among other things, from Tourism and environmental protection and Methods of teaching geography.