



UNIVERZITET CRNE GORE
FILOZOFSKI FAKULTET

Andrijana Vuksanović

ANALIZA HIDROTERMIČKOG REŽIMA BERANA U
PERIODU 1961 –2016
MASTER RAD

Nikšić, 2024.



UNIVERZITET CRNE GORE
FILOZOFSKI FAKULTET

ANALIZA HIDROTERMIČKOG REŽIMA BERANA U
PERIODU 1961 – 2016

MASTER RAD

Mentor: prof. dr Dragan Burić

Kandidat: Andrijana Vuksanović

Br. Indeksa: 10/22

Nikšić, 2024.

PODACI I INFORMACIJE O STUDENTU

Ime i prezime: Andrijana Vuksanović

Datum i mjesto rođenja: 13. 07. 2000, Berane

Naziv završenog osnovnog studijskog programa i godina završetka studija: Osnovni akademski studijski program Geografija, 2021/22.

INFORMACIJE O MASTER RADU

Naziv master studija: Master akademski studijski program Geografija

Naslov rada: Analiza hidrotermičkog režima Berana u periodu 1961 – 2016

Fakultet na kojem je rad odbranjen: Filozofski fakultet UCG

UDK, OCJENA I ODBRANA MASTER RADA

Datum prijave master rada:

Datum sjednice Vijeća na kojem je prihvaćena tema: 06. 12. 2023.

Mentor: Prof. dr Dragan Burić

Komisija za ocjenu i odbranu master rada: Prof. dr Dragan Burić

Prof. dr Miroslav Doderović

Dr Jovan Mihajlović

Lektor: Dr Draško Došljak

Datum odbrane:

Datum promocije:

IZJAVA O AUTORSTVU

Kandidat: Andrijana Vuksanović

Na osnovu člana 22 Zakona o akademskom integritetu (Sl.list CG br. 17/2019), ja, dolje
potpisana

IZJAVLJUJEM

pod punom krivičnom i materijalnom odgovornošću da je master rad pod nazivom "Analiza hidrotermičkog režima Berana u periodu od 1961 – 2016" rezultat sopstvenog istraživačkog rada, da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica i da je navedeni rad moje originalno djelo.

Nikšić,

Potpis studenta

PREDGOVOR

Kroz odabranu temu svrha je da se pruži jedna solidna klimatska osnova Berana, koja će biti od koristi donosiocima odluka u mnogim oblastima. Istražene su promjene temperature i padavina u pomenutom kraju u periodu od 1961- 2016. godine. Cilj rada je da analizira hidrotermički režim Berana u 56 – to godišnjem periodu. Analiza i dobijeni rezultati pokazali su da Berane imaju karakteristike umjereno tople kontinentalne klime sa malo modifikovanim mediteranskim pluviometrijskim režimom.

Koristim priliku da izrazim zahvalnost svom dugogišnjem profesoru i mentoru prof. dr Draganu Buriću, koji je svojom podrškom, zalaganjem, savjetovanjem dio ovog master rada.

Hvala i ostalim članovima komisije za ocjenu i odbranu rada: prof. dr Miroslavu Doderoviću i dr Jovanu Mihajloviću.

Hvala mojim prijateljima.

Ovaj rad posvećujem svojim roditeljima, bratu i momku. Zahvaljujem svom ocu na neizmjerenoj ljubavi, majci bez koje ne bih postigla sve ovo, bratu na razumijevanju i momku na podršci tokom obrazovanja.

SAŽETAK

Rad ima za cilj da analizira hidrotermički režim Berana za period od 56 godina (1961 – 2016). Pomenute se osnovne geografske, fizičko - geografske karakteristike Limske doline, sa posebnim osvrtom na Beransku kotlinu. Dva glavna elementa koja se koriste u svim klimatskim istraživanjima i klasifikacijama, utvrđivanjima uticaja klime na sektore ekonomije, prirodne i društvene sisteme su temperatura vazduha i padavina. Predočeni su rezultati istraživanja za više od deset parametara temperature i padavina. Analiza je zasnovana primjenom klimatskih metoda, test značajnosti je pokazao da li postoji ili ne značajna promjena razmatranih parametara temperature i padavina, definisanje tipa klime prema Keppenovim principima, detekcija klimatskih promjena u Beranama (trend svih razmatranih parametara temperature i padavina) i kvantitativna diferencijacija dva klimatska perioda. Za potrebe master rada korišteni su dnevni podaci o temperaturi i padavinama sa meteorološke stanice u ovom gradu, a svi proračuni su urađeni na mjesečnom, sezonskom i godišnjem nivou. Glavni cilj master rada je da, kroz naučno - istaživačku komponentu, egzaktno predочи klimatske karakteristike Berana i utvrdi promjene parametara temperature i padavina pomenutog kraja.

Na osnovu svih dobijenih rezultata, zaključuje se da Berane imaju karakteristike umjereno tople kontinentalne klime i malo modificovani mediteranski pluviojometrijski režim. Hidrotermička analiza je pokazala da je Beranski kraj postao topliji i sa češćim ekstremnim i vremenskim događajima. Primjenom Keppenovih principa, utvrđeno je da je klimatska formula Berana za period 1961-2016. godine $Cs''bx''$, odnosno da je ostala ista kao za period 1961-1990. Međutim, Berane prije nije imalo aridni period, ali posmatrajući vremensku seriju 1961-2016. godine, ovaj grad dobija aridni period koji traje oko mjesec dana - od sredine jula do sredine avgusta. Takođe, dobijeni rezultati su pokazali da se u Beranama prosječne mjesečne temperature kreću od $-1,2^{\circ}\text{C}$ u januaru do $19,2^{\circ}\text{C}$ u julu. Zime su umjereno hladne do hladne, sa prosječnom temperaturom oko ili malo ispod nultog stepena. Ljeta su prijatno topla, a prosječna temperatura je $18,4^{\circ}\text{C}$.

Metodom trenda utvrđeno je da srednjemjesečne, sezonske i godišnje temperature registruju značajan porast. Trend porasta mjesečnih temperatura kreće se u opsegu od $0,13^{\circ}\text{C}$ po dekadi u novembru do čak $0,74^{\circ}\text{C}$ po dekadi u avgustu. Dok prosječne mjesečne sume padavina se kreću u intervalu od 54,6 mm u avgustu do 110,3 mm u novembru.

Metodom proste diferencije utvrđeno je da je druga polovina posmatranog perioda (1982 – 2016) toplija od prvog 29 - to godišnjeg perioda (1961 – 2016), kako na mjesečnom tako i na sezonskom i godišnjem nivou. Mjeseci april, maj, septembar i oktobar su sada bogatiji padavinama nego prije, dok je kod ostalih mjeseci suprotno.

Buduća istaživanja treba usmjeriti na analizu ostalih klimatskih elemenata, kao i utvrđivanje mogućih uzroka klimatskih kolebanja, ne samo u Beranama, već i u drugim krajevima Crne Gore. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao kvalitetna osnova za donosiocje odluka u kreiranju određenih planova i programa razvoja turizma, poljoprivrede, šumarstva, građevinarstva i drugih privrednih grana.

Ključne riječi: hidrotermička analiza, klima, Lim, Beranska kotlina, Kepenova klasifikacija.

ABSTRACT

The study aims to analyze the hydrothermal regime of Berane for a period of 56 years (1961 - 2016). The basic physical and geographical characteristics of the Lim Valley will be mentioned, with special reference to the Basin of Berane. The two main elements used in all climate studies and classifications, determining the impact of climate on economic sectors, natural and social systems, are temperature of air and precipitation. Research results for more than ten parameters of temperature and precipitation will be presented. The analysis is based on the application of climate methods, the test of significance will show whether or not there is a significant change in the considered parameters of temperature and precipitation, defining the type of climate according to Köppen's principles, detection of climate changes in Berane (the trend of all considered parameters of temperature and precipitation) and quantitative differentiation of two climatic periods. For the purposes of the Master thesis, daily data on temperature and precipitation from the meteorological station in this town were used, and all calculations will be made on a monthly, seasonal and annual level. The main goal of the master's thesis will be to, through the scientific - research component, accurately present the climatic characteristics of Berane and determine possible changes in temperature and precipitation parameters of the mentioned region.

Based on all the obtained results, it is concluded that Berane has the characteristics of a moderately warm continental climate and a slightly modified Mediterranean pluviometric regime. Hydrothermal analysis showed that the region of Berane became warmer and with more frequent extreme and weather events. By applying Köppen's principles, it was determined that the climate formula of Berane for the period 1961-2016. Cs"bx", i.e. that it remained the same as for the period 1961-1990. However, Berane did not have an arid period before, but looking at the time series 1961-2016. this city experiences an arid period that lasts about a month - from mid-July to mid-August. The results obtained also showed that in Berane the average monthly temperatures range from -1.2°C in January to 19.2°C in July. Winters are moderately cold to cold, with an average temperature around or slightly below zero degrees. Summers are pleasantly warm, and the average temperature is 18.4°C.

Using the trend method, it was determined that monthly, seasonal and annual temperatures register a significant increase. The trend of increasing monthly temperatures ranges from 0.13°C per decade in November to as much as 0.74°C per decade in August. While the average monthly rainfall amounts range from 54.6 mm in August to 110.3 mm in November.

And using the simple difference method, it was determined that the second half of the observed period (1982 – 2016) was warmer than the first 29-year period (1961 – 2016), both on a monthly, seasonal and annual level. The months of April, May, September and October are now richer in precipitation than before, while the opposite is true for the other months.

Future investigations should be focused on the analysis of other climatic elements, as well as the determination of possible causes of climatic fluctuations, not only in Berane, but also in other parts of Montenegro. The obtained results can serve as a quality basis for decision-makers in the creation of certain plans and programs for the development of tourism, agriculture, forestry, construction and other economic branches.

Key words: hydrothermal analysis, climate, Lim, the Basin of Berane, Köppen's classification.

SADRŽAJ

1. UVOD	12
1.1 HIPOTEZE.....	12
1.2 PREDMET ISTRAŽIVANJA	13
1.3 MOTIV I CILJ	13
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	14
2.1 GEOMORFOLOŠKE ODLIKE	16
2.2 RELJEF.....	16
2.3 HIDROLOŠKE ODLIKE.....	17
2.4 BIOGEOGRAFSKE ODLIKE	20
2.5 KULTURNO – ISTORIJSKO NASLEĐE.....	22
2.5.1 <i>Trebački krš</i>	22
2.5.2 <i>Beran – krš</i>	23
2.5.3 <i>Manastir Đurđevi Stupovi</i>	24
2.5.4 <i>Staro Berane</i>	25
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	27
4. BAZA PODATAKA I METODOLOGIJA.....	29
5. REZULTATI I DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA	31
5.1 TEMPERATURA VAZDUHA	31
5.1.1 <i>Režim srednjih temperatura</i>	31
5.1.2 <i>Režim ekstremnih temperatura</i>	33
5.1.3 <i>Kategorizacija srednjih temperatura</i>	34
5.1.4 <i>Godišnji broj dana sa karakterističnim temperaturama</i>	37
5.1.5 <i>Trend temperature</i>	39
5.2 KOLIČINA PADAVINA.....	42
5.2.1 <i>Režim prosječnih količina padavina</i>	42
5.2.2 <i>Ekstremne dnevne padavine</i>	44
5.2.3 <i>Kategorizacija mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina</i>	45

5.2.4	<i>Godišnji broj dana sa karakterističnim padavinama</i>	48
5.2.5	<i>Trend količine padavina</i>	49
5.3	DIFERENCIJA TEMPERATURE I PADAVINA DVA PERIODA: 1961-1988. I 1989-2016. GODINE	52
5.4	DEFINISANJE TIPA KLIME ZA BERANE PREMA KEPENOVIM KRITERIJUMIMA	54
6.	ZAKLJUČAK	57
7.	LITERATURA	60

SPISAK SLIKA:

Slika 2.1. Geografski položaj Berana (https://wikimedia.org).....	14
Slika 2.2. Riječna mreža Gornjeg Polimlja (Bubanja & Golubović, 2019).....	15
Slika 2.3.2. Tifranska klisura (https://wikimedia.org)	20
Slika 2.4.1. Biljni pokrivač (https://berane.me)	22
Slika 2.5.3.1. Manastir Đurđevi Stupovi (https://m.facebook.com/profile.php?id=100063499393592&name=xhp_nt__fb__action_open_u ser)	24
Slika 2.5.4.1. Berane 1962. godine – foto arhiva Ado Softić (https://m.facebook.com/profile.php?id=100002459332418&name=STSDirectNavUserDecorato r)	26
Slika 5.1. Prosječne sezonske i godišnje temperature u Beranama za period 1961-2016. godine	32
Slika 5.2. Mjesečne apsolutno maksimalne i minimalne temperature u Beranama za period 1961-	33
Slika 5.3. Anomalije srednjih temperatura za mjesece januar-jun, izražene u standardizovanim odstupanjpa (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine.....	35
Slika 5.4. Anomalije srednjih temperatura za mjesece jul-decembar, izražene u standardizovanim odstupanjpa (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine.....	36
Slika 5.5. Anomalije srednjih sezonskih i godišnjih temperatura izražene u standardizovanim odstupanjpa (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine.....	37
Slika 5.7. Trend srednjih mjesečnih temperatura januar-jun u Beranama za period 1961-2016. godine (nivo značajnosti: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, and + $p < 0.1$).....	40
Slika 5.9. Trend srednjih sezonskih i godišnjih temperatura u Beranama za period 1961-2016. godine (nivo značajnosti: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$).....	42
Slika 5.10. Prosječne, minimalne i maksimalne sezonske i godišnje sume padavina u Beranama za period 1961-2016. godine.....	44
Slika 5.11. Apsolutni dnevni maksimumi padavina u Beranama za period 1961-2016. godine ..	45
Slika 5.12. Anomalije mjesečnih suma padavina za januar-jun, izražene u standardizovanim odstupanjpa (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine.....	46

Slika 5.13. Anomalije mjesečnih suma padavina za jul-decembar, izražene u standardizovanim odstupanjpa (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine.....	47
Slika 5.14. Anomalije sezonskih i godišnjih padavina, izražene u standardizovanim odstupanjpa (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine.....	48
Slika 5.15. Godišnji broj padavinskih ($R_d \geq 0,1$ mm), sušnih ($R_d < 1$ mm), umjerno kišnih ($R_d \geq 10$ mm) i veoma kišnih ($R_d \geq 20$ mm) dana u Beranama za period 1961-2016. godine ...	49
Slika 5.16. Trend (mm/dekadi) mjesečnih suma padavina u periodu januar-jun, Berane (1961-2016).....	50
Slika 5.16. Trend (mm/dekadi) mjesečnih suma padavina u periodu jul-decembar, Berane (1961-2016).....	51
Slika 5.17. Trend sezonskih i godišnjih suma padavina u Beranama (1961-2016).	52
Slika 5.18. Razlika srednjih mjesečnih, sezonskih i godišnjih temperatura u Beranama između dva perioda: 1989-2016. i 1961-1988. godine	53
Slika 5.19. Razlika srednjih mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina u Beranama između dva perioda: 1989-2016. i 1961-1988. godine	54
Slika 5.20. Klimadijagram Berana za period 1961-2016. godine	56

SPISAK TABELA:

Tabela 4.1. Kategorizacija anomalija temperature i padavina prema standardnoj devijaciji.....	29
Tabela 5.1. Mjesečne temperature: prosječne, minimalne, maksimalne i standardna devijacija u Beranama za period 1961-2016. godine.....	31
Tabela 5.2. Mjesečne sume padavina (P): prosječne, minimalne, maksimalne i standardna devijacija, Berane (1961-2016).	43

1. UVOD

O klimatskim promjenama i poslasticama koje one izazivaju u posljednje vrijeme dosta se govori i piše. Preovladava mišljenje da savremene klimatske promjene imaju negativan efekat na životnu sredinu. Da bi se uopšte moglo govoriti o toj problematici, potrebno je prvo dokazati da klimatske promjene, zaista, postoje na manjim ili većim teritorijalnim jedinicama. Dva glavna elementa koja se koriste u svim klimatskim istraživanjima i klasifikacijama, utvrđivanjima uticaja klime na sektore ekonomije, prirodne i društvene sisteme, su temperatura vazduha (u daljem tekstu temperatura) i padavine. Kepenova klasifikacija klime, inače najcijenjenija u svijetu i najviše korištena za didaktičke potrebe, upravo, se zasniva na analizi padavina i temperature, pa se često naziva i hidrotermička klasifikacija. Uzimajući u obzir pomenuto, ovaj Master rad ima za cilj da istraži promjene padavina i temperature u Beranama za period 1961 – 2016. godine, generalno da detaljnije sagleda hidrotermički režim.

1.1 Hipoteze

Beranski kraj je udaljen od mora, pa se uticaj Jadrana i Mediterana na vrijeme i klimu slabije osjeća u odnosu na veći dio Crne Gore. Dolinsko – kotlinski karakter Berana je bitan klimatski faktor, a treba istaći i činjenicu da je ovaj kraj i pod uticajem kontinentalnosti sa sjevera. Svi ovi faktori daju **opravdanu pretpostavku da Beranski kraj ima neke klimatske specifičnosti u odnosu na ostali dio Crne Gore. U odnosu na veći naseljeni dio Crne Gore, prvo treba očekivati da Berane registruju gotovo sve dane sa karakterističnim temperaturama (mrazni, ledeni, ljetnji, tropski). Drugo, zbog udaljenosti od mora i reljefnih klimatskih pregrada, treba očekivati da pluviometrijski režim kod Berana nije kao gotovo cijeloj Crnoj Gori, već da je malo modifikovan.**

Klimatske promjene su realnost, a svjedočimo da se sa vremenom nešto dešava i u Crnoj Gori, prije svega češće se registruju ekstremne situacije. U cilju preciznije hidrotermičke analize, pomenuto je da će u master radu biti istražene promjene više od 10 parametara temperature i padavina. Period od 56 godina (1961 – 2016) je dovoljno dug da se na osnovu dobijenih rezultata mogu izvesti zaključci, a **radna hipoteza je da je klima Berana postala toplija, dok je za**

padavine nezahvalno bilo šta procijeniti, jer još uvijek postoje brojne nepoznanice o uticaju savremenih klimatskih promjena na ovaj klimatski element.

1.2 Predmet istraživanja

Predmet istraživanja su Berane, odnosno analiza hidrotermičkog režima ovog kraja u periodu 1961 – 2016. godine. Svakako, pomenuće se osnovne geografske, naročito fizičko - geografske karakteristike Limske doline, sa posebnim osvrtom na Beransku kotlinu. U Master radu predočiće se rezultati istraživanja za više od deset parametara temperature i padavina. Koristiće se podaci sa meteorološke stanice u Beranama, za period od 56 godina, a svi proračuni biće urađeni na mjesečnom, sezonskom i godišnjem nivou.

1.3 Motiv i cilj

Klimatske promjene se svrstavaju u red gorućih problema današnje civilizacije i upravo zato što je u pitanju vrlo izazovna tematika, poslužilo je kao motiv za izradu ovog master rad. Naravno, motiv je taj što su Berane grad gdje sam rođena i gdje živim. Dakle, kroz odabranu temu svrha je da se pruži jedna solidna klimatska osnova Berana, koja će biti od koristi donosiocima odluka u mnogim oblastima (poljoprivredi, turizmu, vodoprivredi i drugim granama ekonomije). Drugim riječima, glavni cilj master rada biće da kroz naučno - istraživačku komponentu, egzaktno predočimo klimatske karakteristike Berana i utvrdimo eventualne promjene parametara temperature i padavina pomenutog kraja.

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

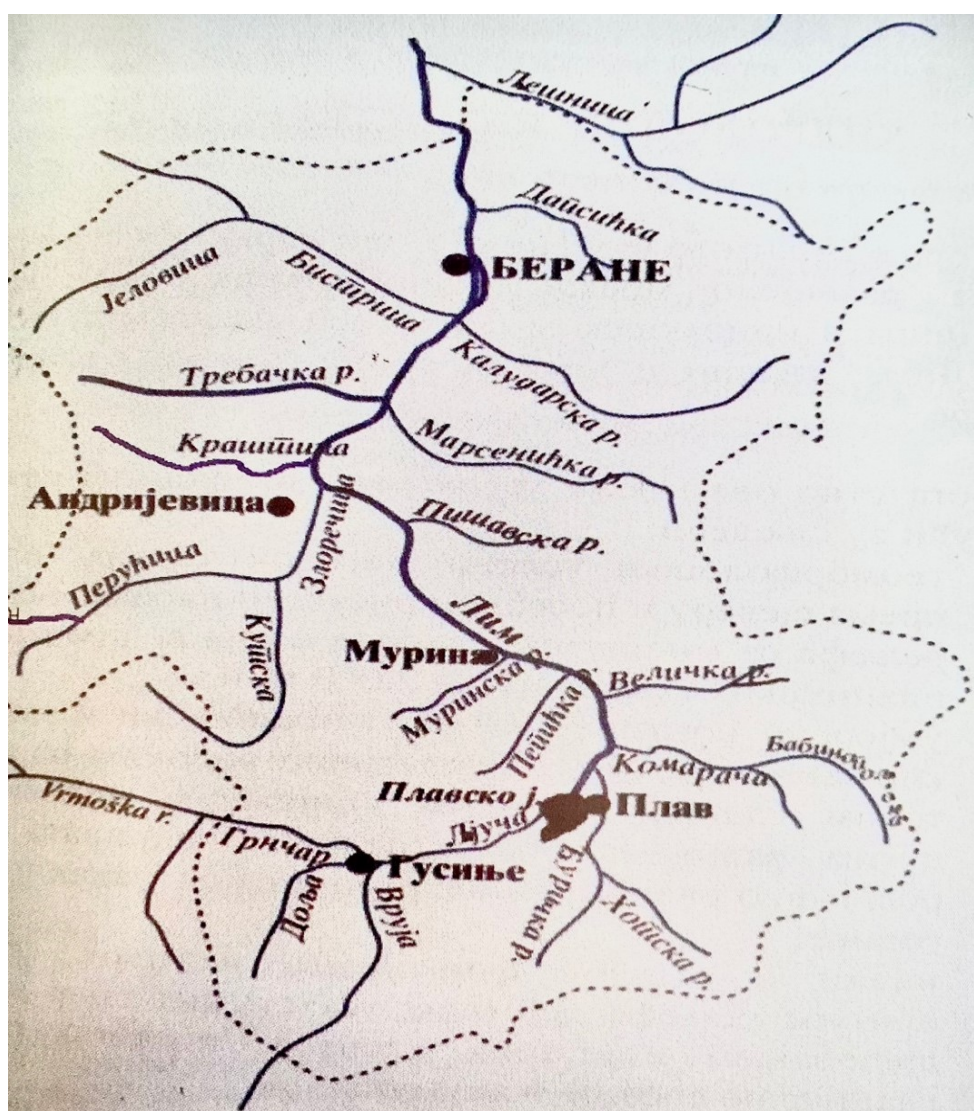
Berane je gradsko naselje smješteno u istoimenoj opštini na sjeveroistoku Crne Gore. U fizičko - geografskom pogledu, opština Berane se nalazi u prostranoj kotlini (Beranska kotlina), koja je dio Gornjeg Polimlja, jer dnom kotline protiče gornji tok rijeke Lim. Berane se nalazi na 663 metra nadmorske visine. Prema popisu iz 2023. godine Berane ima 25. 162 stanovnika. Klima je umjereno kontinentalna sa malim mediteranskim uticajima u kotlinama i dolinama, modifikovano subplaninska u srednjim visinskim zonama i planinska u najvišim predjelima.



Slika 2.1. Geografski položaj Berana (<https://wikimedia.org>)

Dolina Lima je kompozitnog karaktera, ređaju se kotline i klisure. Najveća proširenja u dolini su kotline, među kojima su Plavsko – gusinjska, Polimlje, Andrijevička, Beranska i Bjelopoljska (Radojičić, 1996). Beranska kotlina je najveća kotlina Gornjeg Polimlja, pruža se između Cmiljevice na istoku do Bjelasice na zapadu, Tivranske klisure na sjeveru i niskih kosa Trebačkog krša i Navotinskog - marseničke kose na jugu. Duga je 10 km, a široka do 4,5 km, sa površinom od 24 km² u užem i 40 km² u širem smislu, obuhvatajući basen Police. Sredinom kotline protiče rijeka Lim dijeleći je na dva gotovo jednaka dijela. Istočni, koji čini aluvijalna ravan uz desnu obalu, terase i zaobljena brda, kao i zapadni, struktuiran od šire aluvijalne ravni na lijevoj obali,

terasa i brda Bukovac, Glavica i Gradina. Kotlinsko dno je na nadmorskoj visini između 650 i 750 metara nadmorske visine, basen Police je valovit sa visinama između 780 i 920 metara nadmorske visine. Beranska kotlina je nastala tektonskim pokretima, u kasnijim fazama razvoja oblikovana je radom egzogenih sila, prvenstveno riječnom, jezerskom erozijom i akumulacijom, denudacijom i fluvioglacialnom akumulacijom. Morfološke karakteristike kotline čine terase na različitim visinama od 670 do 920 metara nadmorske visine. Najniža tačka je na 637m i u nju je izgradio Lim; druga je do 720m sa izraženošću na Buču i Vinickoj na lijevoj i Lugama, Donjoj Ržanici i Navotini na desnoj obali Lima. Druge su locirane oko Police penjući se i do 920 metara nadmorske visine. Iznad terasa su blage padine planina okrenute prema kotlini do 1000 metara nadmorske visine i sastavni su dio svih sela na njenoj teritoriji (Bubanja & Golubović, 2019).



Slika 2.2. Riječna mreža Gornjeg Polimlja (Bubanja & Golubović, 2019)

2.1 Geomorfološke odlike

Geomorfološka struktura Gornjeg Polimlja nastala je tektonskim pokretima, kada je došlo do formiranja Skadarsko – beranskog rasjeda, meridijanskog smjera i izdizanja mladih vjenačnih planina istočno i zapadno od njega. Djelovanje tektonskih sila trajalo je veoma dugo, a najizrazitije je bilo tokom Alpske orogene faze, u toku tih procesa nastale su sve magmatske i metamorfne stijene, dok se formiranje sedimentnih stijenskih masa dešavalo prije njih i kasnije. Starije sedimentne mase nastale su u slojevima Tetisa, a mlađe poslije Alpske orogeneze. Zbog se na ovom prostoru razvila vrlo različita gološka građa, sa izrazito dominantnim učešćem karbonatnih stijena među kojima dominiraju kenozojski krečnjaci i dolomiti.

Gornje Polimlje, po vremenu nastanka spada u najstarija kopna Crne Gore. Njegovo makro formiranje odigralo se tokom Alpske orogene faze, a oblikovanje u sadašnjim konturama, kroz sve geološke faze koje su se dešavale kasnije, uglavnom dejstvom egzogenih sila: riječne, kraške, jezerske, glacijalne i fluvio – denudacione erozije i akumulacije. Njihovim djelovanjem koje i dalje traje, oblikovane su makro reljefne forme, koje ovaj kraj čine prepoznatljivim po brojnim vrijednostima, među kojima se odlikuje reljef ovog kraja, posebno planine i doline. (Bubanja & Golubović, 2019)

2.2 Reljef

„Svojom visinom, prostranstvom i pejzažnom raznolikošću, planine sjeveroistočnog dijela Crne Gore predstavljaju kompleksnu vrijednost. Prokletije na jugu, Komovi i Bjelasica na zapadu i Cmiljevica i Turijak na istoku čine okvir doline Lima. Sjeverna grupa prokletijskih planina pruža se sjeverno od Veličke rijeke i prevoja Čakor sve do prevoja Lokve i rijeke Vrbice i Lješnice na sjeveru, granice sa Srbijom na istoku i Lima na zapadu. Važnije planine ove grupe su: Vaganica, Planinica, Mokra Planina, Štit, Sjekirica, Murgaš, Divljak i Smiljevica. Smiljevica (1.963 mnv) je razvođe između slivova Lima, Ibra i Bijelog Drima. Karakteriše se geomorfološkom individualnošću, diseciranim dolinama i dobrom pristupačnošću. Obiluje brojnim cvjetnim livadama i raznim ljekovitim i aromatičnim biljem po kojem je u narodu dobila ime. Inače, mnogi je nazivaju Cmiljevica, jer “cmili” (privlači) svojim brojnim atraktivnostima da se do nje dođe i duže ostane. Istočno od nje pruža se Hajla, a na sjeveru je Turijak. U južnom dijelu je Kaludarska kapa, u čijem se cirku nalazi glacijalno Kapsko jezero. U sjevernom dijelu je lokalitet Skrivena sa izvanrednim skijaškim terenima, do kojih je od motela “Lokve” izgrađen ski – lift. Pored

livadskih, raspolaže šumskim i pašnjačkim kompleksima, pa je oduvijek bila poznata po katunskom stočarstvu.

Bjelasička grupa planina - čine je tri planinska vijenca: južni, središnji i sjeverni.

1. Južni se pruža između doline Krašnice i prevoja Trešnjevik na jugu do doline Trebačke rijeke;
2. Središnji, između dolina Trebačke rijeke na jugu do doline Bistrice, koja se u srednjem toku naziva Lubnička rijeke, a u gornjem toku Jelovica, i
3. Sjeverni, od doline Lubničke rijeke, odnosno Jelovice na jugu, do doline Lepenca i Ljuboviđe na sjeveru, a u Gornjem Polimlju do njegovih sjevernih granica u masivu Bjelasice.

Bjelasica u užem smislu je centralna planina masiva. Gornjem Polimlju pripada sve do razvođa na Zekovoj glavi (2.117m) i Crnoj Glavi (2.139 m), njenim najvećim vrhovima. Na planini se ističe bogatstvo vegetacije i hidrografskih objekata” (Bubanja & Golubović, 2019).

2.3 Hidrološke odlike

Disekcija reljefa, sastav stijena i obilje padavina usloveli su da Gornje Polimlje predstavlja jedno od bogatijih djelova Crne Gore sa hidrografskim objektima. Oni su predstavljeni kroz veoma razvijenu mrežu, kao što su rijeke, vrela, izvora i jezera. Hidrografski potencijali ovog prostora su ogromni, ali nedovoljno turistički valorizovani i iskorišteni. Njih treba posmatrati i valorizovati zajedno sa ostalim prirodnim potencijalima i razvijati ih, kako na osnovne, tako i kao komplementarne vrijednosti.

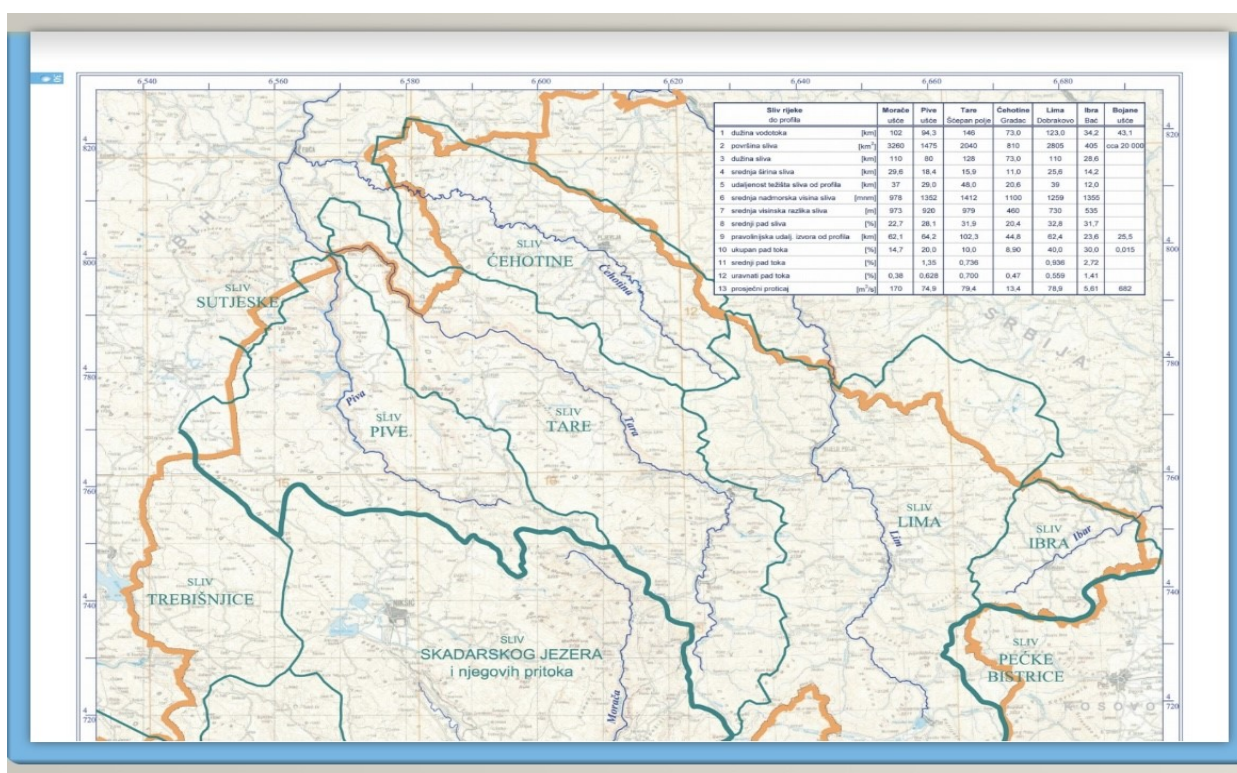
„Bogatstvo hidrološke mreže uzrokovano je brojnim razlozima. Odlučujući su sljedeći:

- Geomorfološki uslovi njegovih terena, nagnutost prema sjeveru i posebno prisustvo planinskog reljefa sa mnoštvom planina i još većim mnoštvom planinskih vrhova iznad 2000 mnv;
- Umjereno – kontinentalni, subplaninski i planinski klimatski uslovi sa relativno visokim padavinama tokom godine, obimnim sniježnim padavinama i dugim zadržavanjem sniježnog pokrivača, kao i relativno ravnomjernim rasporedom padavina u toku godine;
- Način i vrijeme formiranja njegovih globalnih kontura reljefa dejstvom tektonskih sila i kasnije djelovanjem egzogenih procesa, posebno riječne i glacijalne erozije i akumulacije;

- Geološki sklop njegovih terena i naglašeno prisustvo krečnjačkih, flišnih i dolomitskih zona, posebno u istočnim i zapadnim djelovima;
- Biljni pokrivač, njegova bujnost i vertikalana rasprostranjenost i zavisnosti od hipsometrijskih zona.

Iako se radi o jedinstvenom slivu, on se uslovno može podijeliti na sliv Plavskog jezera i sliv Lima u užem smislu. Glavni riječni tok prvog je Ljuča, a drugog Lim” (Bubanja & Golubović, 2019)

„Sliv Lima na prostoru Crne Gore i Srbije zahvata površinu od 6016 km². Uzvodno od Višegrada, gdje se Lim uliva u Drinu, sliv Lima zauzima 46% sliva Drine, a njegov udio u godišnjem proticaju vode iznosi 36% (J. Petrović, 1956, str 65). Površina sliva Lima na prostoru Crne Gore je 2280 km². Topografske granice sliva bitno se ne razlikuju od hidroloških granica. Razvođe između sliva Lima i Čehotine se proteže preko Crnog vrha, Kovrena i Stožera, između slivova Lima i Tare preko Buronja, Turjaka, Bjelasice, Lise, Komova, između Lima i Morače preko ogranka Žijova. Dalje granica sliva Lima prema slivu Drima ide preko vrhova Prokletija, a na istoku prema Ibru, preko Mokre, Cmiljevice, Turijaka, Piskavice i Krstača” (Radojičić, 2005).



Slika 2.3.1. Sliv Lima (Burić, 2010)

Čitav sliv Lima izgrađen od nepropusnih stijena devonske, karbonske, permske i donjotrijaske starosti. U višim djelovima riječnih dolina i oklonih planina su trijaski krečnjaci, tektonski

izlomljeni a korozijom jako uništeni i dolomiti koji su dosta uobljeni djelovanjem raznih erozionih procesa.

„Prosječna količina padavina, izmjerena na 25 vodomjernih stanica u slivu Lima i u okolini u periodu 1963 – 1977. godine je 1357 mm, sa znatnim razlikama između pojedinih stanica. Najmanja je količina padavina u mjestu Kovren 799 mm i Rožaju 889 mm, a najveća na prostoru Mokro - Veruša 2355 mm. Na godišnji raspored padavina bitno utiče udaljenost Jadranskog mora, reljef i vegetacija. Jugozapadni djelovi sliva imaju mediteranski pluviometrijski režim (maksimum u toku jeseni i zime, a minimum ljeti), a sjeveroistočni umjereno kontinentalni (maksimum krajem proljeća, a minimum zimi)” (Radojičić, 2005).

Lim je najveća pritoka Drine, dužina toka od izlaska iz Plavskog jezera do ušća u Drinu je 219 km. Od toga Crnoj Gori pripada 83 km. U samu dužinu toka Lima treba uključiti i pritoku Plavskog jezera Ljuču, koja je duga 12,5 km, kao i riječne tokove od kojih nastaje rijeka Ljuča - Skrobotušu 7,5 km, Ljumi i Vermošit 9,5 km i Grnčar 8,5 km, kao i dužinu Plavskog jezera od 1,5 km, po čemu se ukupna dužina rijeke Lim povećava za 39,5 km. Od tih 39,5 km, Albaniji pripada (Skrobotuša i Ljumi i Vermošit) 17 km. Prosječni proticaj Lima pri izlasku iz jezera je 19,3 M³/S (minimum 2,1 m³/s, a apsolutni je maksimum 688 m³/s), dok na ušću Lješnice iznosi 41,3 m³/s (minimalni proticaj kod Berana je 6,0 m³/s). Maksimalni proticaj riječnog toka Lima je u maju i aprilu, a minimalni u avgustu i septembru.

Napuštajući Polimlje, nizvodno oko 600 m, Lim ulazi u klisuru Sućesku, koja je duga 4 km, ona se usijeca u krečnjake srednjeg trijasa, između Rasojevičke glave (1601 m) i Teferića (1557 m), sa desne strane i Jerinje glave (1548 m) sa lijeve strane rijeke.

Mjesto gdje Lim napušta Beransku kotlinu, između Sućevske klisure na jugu i Tifranske klisure na sjeveru, riječna dolina je dosta široka, sa maksimalnim proširenjima oko ušća pritoka, posebno oko Andrijevice, Trešnjeva, Trepče i Marsenića rijeke, gdje i počinje Beranska kotlina. Na tom dijelu Lim ima blagi pad od 710 m, kod Andrijevice, do 650 m, pri izlazu iz Tifranske klisure. Desna strana Lima prima važne pritoke od kojih su najznačajnije: Šekularska rijeka, Brnjica i Dapsićka rijeka, a lijeva strana prima Zlorečicu, Krašticu, Trepčansku rijeku, Vinicku i Bistricu.

Građani Berana se snadbijevaju vodom sa više izvora. Gradski vodovod koristi vodu Merića vrela, u naselju Lubnice (960 m), čija minimalna izdašnost iznosi 200 l/s, Manastirskog vrela (pored

manastira Đurđevi Stupovi), čija je minimalna izdašnost iznosi 250 l/s, i Dapsića vrela, na udaljenosti 7 km istočno od Berana (916 m), čija je minimalna izdašnost iznosi 45 l/s.

Tifranska klisura usiječena je između krečnjačkih uzvišenja, sa desne strane Lima nalazi se Tivran (1161 m), sa lijeve strane se nalaze Ostri (1151 m) i Orlujak (1080 m). Tifranska klisura je duga 4 km i jedna od najljepših klisura Lima (Radojičić, 2005).



Slika 2.3.2. Tifranska klisura (<https://wikimedia.org>)

2.4 Biogeografske odlike

Gornje Polimlje ima malu površinu u odnosu na Crnu Goru, ali sa bogatim sadržajem biogeografskih elemenata. Raznovidnost i bogatstvo biljnog i životinjskog svijeta predstavlja ovaj prostor kao jedan od značajnih centara biopotencijala. Biljni pokrivač Gornjeg Polimlja je bujan, raznovrstan i relativno specifičan. Glavni faktori koji su doveli do toga su: reljefne odlike, klimatski uslovi, hidrološke prilike, vrste zemljišta i čovjek. Uticaj reljefa je od posebnog značaja i to nagibima i ekspozicijom terena u odnosu na osunčavanje tokom godine. Klimatski uslovi su različiti i mijenjaju se od umjereno – kontinentalnih do alpskih, s tim što je veoma važno ukazati i na klimatske promjene u drugim geološkim razdobljima, koja su značajne pojave u florističkom sastavu Gornjeg Polimlja ostavila do ovovremenosti, posebno na njegovim visokim planinama

preko prisustva reliktnih i endemičnih vrsta. Hidrološke prilike su dale pečat raznovrsnosti i bujnosti flore, posebno uz jezerske obale i riječna korita. Različiti sastav zemljišta od kotlina, preko strana, do stjenovitih grebena i vrhova, njihova različita dubina i produktivna svojstva, omogućili su raznovrsnost antropogenog biljnog pokrivača. Ljudski faktor je značajan, a ogledao se u sledećem:

- Krčenju šuma i formiranju njiva, bašti, voćnjaka i livada;
- Primjenu navodnjavanja i odvodnjavanja obradivog zemljišta;
- Đubrenju i podizanju njegovih produktivnih svojstava;
- Prekomjernoj sječi i stvaranju goleti izloženih eroziji, spitanju i degradaciji biljnog pokrivača.

„Polazeći od djelovanja pomenutih faktora, bitne karakteristike biljnog pokrivača Gornjeg Polimlja su:

- Pripadnost zelenom pojasu Dinarida sa bujnim biljnim pokrivačem i sa rijetkim pojavama ogoljelih stjenovitih strana, grebena i vrhova;
- Vertikalna smjenjivost biljnih pojaseva od kotlinske ravni do najvisočijih planinskih vrhova;
- Prisustvo “kulturnog” pojasa raznovrsnih žitarica, povrća i voća koji preovladava uglavnom do 1200 mnv (ponegdje se penju i do 1600);
- Visoka zastupljenost niskih šuma i šikara listopadnog drveća;
- Bujnost livadskih kompleksa sa raznovrsnim travama;
- Visoka zastupljenost ekonomskih listopadnih i četinarskih šuma;
- Prisustvo brojnih pašnjačkih kompleksa izmiješanih sa borovnjacima i klekom;
- Značajna zastupljenost ljekovitog, jestivog i aromatičnog bilja;
- Prisustvo reliktnih i endemičnih vrsta i zajednica;
- Nestručan i neodgovoran odnos prema pošumljavanju, formiranju i obnavljanju biljnog pokrivača, itd.” (Bubanja & Golubović, 2019).

Gornje Polimlje ima biljni svijet umjereno – kontinentalne, subplaninske i planinske klime i on se smjenjuje prema visinama, kako se smjenjuju i ovi klimatski tipovi. U umjereno – kontinentalnoj klimi, tipični predstavnici su “kulturne” biljke, u subplaninskoj klimi mješavina “kulturne” i „divlje” (prirodne) flore, a u zoni planinske klime tipična je „divlja” flora. Unutar svakog od ovih pojaseva javljaju se i specifične florističke zajednice, najčešće reliktnih i endemičnih vrsta (Bubanja & Golubović, 2019).



Slika 2.4.1. Biljni pokrivač (<https://berane.me>)

2.5 Kulturno – istorijsko nasleđe

Kulturno – istorijska baština Gornjeg Polimlja izuzetno je bogata, a prirodni uslovi omogućili su nastanak i opstanak ljudskim zajednicama još od davnina. „Još nije pronađen materijal koji bi svjedočio ljudskom postojanju na području Gornjeg Polimlja u doba paleolita – do 10.000 godina prije nove ere. Međutim, nesumnjivo je da je ono bilo naseljeno u doba mezolita (9000 – 6000 g. p. n. e.)” (Bubanja & Golubović, 2019).

2.5.1 Trebački krš

Trebački krš se nalazi na 5 km od Berana, u selu Trepča, uz magistralni puta Berane – Andrijevice – Plav. Mjesto u kojem se dvadesetih godina 20. vijeka vršila sondažna arheološka istraživanja i pronađeni ostaci kamenog oruđa i kameni oblici – mikrofiliti iz mezolita – srednjeg kamenog doba. Tokom arheoloških istraživanja iz mlađeg kamenog doba – neolita, otkriveni na lokalitetu Kremenštica, u selu Petnjik (kod Berana) govore nam da je ljudskih zajednica u ovom dijelu Crne Gore bilo i ranije. Ovaj lokalitet se nalazi pored riječice Brnjice. Arheološki materijal otkriven je na površini od jednog hektara. Riječ je o naselju sojeničkog tipa, sondažno ispitano 1975. godine, a pronađeni materijal je iz doba starijeg neolita. Pronađene su kamene glačane sjekire pljosnatog i trapezoidnog oblika. Sav arheološki materijal sa ovog prostora obrađen je, konzerviran i izložen u Polimskom muzeju u Beranama.

U ovom periodu dolina Lima bila je čvršće povezana za etno – kulturne grupe koje su naseljavale teritoriju današnje Srbije, zato što je visokim planinama bila odvojena od mediteranske kulturne oblasti. „Tehnikom obrade kamena i načinom ukrašavanja oruđa iz ovih perioda, zaključujemo da ovaj period pripada starčevačkoj kulturnoj grupi (nazvana po glavnom lokalitetu Starčevu kod Pančeva). U periodu od 4500 – 4000 g. p. n. e., u najezi prednjeazijskih plemena dolinom Drine i Lima dolazi do migracija starčevačkih plemena prema sjeveroistoku, ustupajući prostor jačim plemenima koji su miješanjem kultura osnovale novu Vinčansku kulturu (nazvana po nalazištu Vinča kod Beograda), koja je zahvatala tada i dio Crne Gore u slivu Lima i Tare” (Bubanja & Golubović, 2019).

2.5.2 Beran – krš

U Limskoj dolini bila je razvijena i Vinčanska kultura, a jedino nalazište ove kulturne grupe koje je do sada istraženo jeste Beran - krš. Ovaj lokalitet se nalazi u Beranselu, na oko 2 km sjeverozapadno od Berana. Arheološka istraživanja vršena su 1961. i 1975. godine. Na ovom prostoru nađeno je dosta materijala koji je grnčarija, što je tipično za Vinčansku kulturu. Fragmenti grnčarije ovog lokaliteta su finije izrade od one koja je pronađena na lokalitetu Kremenšćici. Zdjele su sa oštrom profilacijom, posude sa Beran - krša, je ukrašavano urezivanjem u odnosu na Kremenšćicu, novina su fragmenti statua oslikani ljudskim figurama. Ljudsko lice se nalazi na poklopcima posuda. Ovo potvrđuju predmeti koji su bili vezani za kult i arheolozi koji smatraju da ljudske figure sa Beran - krša predstavljaju vrhovno božanstvo primitivnih zemljoradnika, boginju zemlje.

Zaključujemo da su ljudske zajednice kontinuirano naseljavale Polimlje tokom drugog perioda mlađeg kamenog doba. Krizu Vinčanske kulture prouzrokovali su agresivni nomadi i polunomadi, koji su živjeli između Donje Volge i Kavkaza, a oni su oko 3000. godine prije nove ere stigli na naše prostore. Limsku dolinu je ubrzo zahvatilo širenje Indoevropljana, tako da je Vinčanska kultura polako počela izumirati.

Dolaskom etničkih stočarskih grupa sa dalekog Kavkaza istovremeno se širi poznavanje metalurgije, odnosno počinje upotreba metala u Limskoj dolini. Period bronzanog doba formira ilirske-etno zajednice na prostorima cijele Crne Gore, a predmeti koji su pronađeni u okolini Berana daju za pravo da je ljudskih zajednica u ovom periodu bilo više (Bubanja & Golubović, 2019).

2.5.3 Manastir Đurđevi Stupovi

Manastir Đurđevi Stupovi – Crkva Svetog Georgija, zadužbina je župana Prvoslava, sina velikog župana Tihomira, najstarijeg brata Stefana Nemanje. Podignuta 1213. godine u kojoj je bilo sjedište Budimljanske episkopije. Nju je ustanovio Sveti Sava, četvrtu po redu poslije dobijanja autokefalnosti srpske crkve, 1219. godine. Znamo za imena osam episkopa i devet mitropolita budimljanskih. U 15. vijeku ova episkopija je podignuta na stepen mitropolije. Ubistvom mitropolita Pajsija (Kolašinović), 1654. godine, Osmanlije su zabranile izbor novog mitropolita, pa je arhijerejski tron u Đurđevim Stupovima ostao prazan naredna tri i po vijeka. „Episkopija je, sada kao Budimljansko - nikšićka, obnovljena početkom ovog vijeka i zahvata teritoriju dvanaest crnogorskih opština (52% teritorije Crne Gore), u ovim opštinama živi 150.000 pravoslavnih stanovnika. Na praznik Svete Marije Magdalene (4. avgust) 2002. godine, na episkopski tron u Đurđevim Stupovima, koji je 348 godina bio upražnjen, ustoličen je Preosvećeni episkop budimljansko - nikšićki G. Joanikije (Mićović). U toku nekoliko minulih decenija, Polimski muzej je nekoliko puta vršio zaštitna arheološka istraživanja na ovom manastirskom kompleksu i izvodio konzervatorske radove na objektu crkve, pri čemu je jedan broj eksponata donešen u Muzej i privremeno smješten radi obrade i boljeg tretmana” (Bubanja & Golubović, 2019).



Slika 2.5.3.1. Manastir Đurđevi Stupovi

https://m.facebook.com/profile.php?id=100063499393592&name=xhp_nt_fb_action_open_u_ser

2.5.4 Staro Berane

Beranska kotlina je definitivno kroz čitavu istorijsku retrospektivu centar istorijskih zbivanja. Kroz periode možemo zaključiti da je ovaj predio gravitirao čitavim Gornjim Polimljem i da je centar gotovo svih istorijski važnih zbivanja. Turci su zauzeli kraj Bihor 1455. godine u Budimljanskoj župi, koja postaje carski has. Ova sredina je gusto naseljena srpskim stanovništvom sve do sredine 17. vijeka, kada je stradalo u otporima turskom zulumu nakon čega je uslijedilo napuštanje svojeg ognjišta, odlazeći kao u velikim seobama Srba pod Crnojevićem i Jovanovićem (1690. i 1737.), sve do Save, Dunava i Južne Ugarske. Napuštenu djelove Turci su dijelili islamizovanom stanovništvu, čifčijskim sistemom koji se u ovim krajevima bio zastupljen sve do 1912. godine. Berane pod tursku vlast pada 1862. godine kad se i odigrala jedna od najvećih bitaka na ovom području - Rudeška bitka. Neposrednu vlast imale su porodice plavsko – gusinjskih aga i begova, Šabanagići i Redžepagići, a bili su uticajni i bihorski Ćorovići.

Vodeću ulogu u srpskom narodu u oblasti Vasojevića zauzima, i na njoj ostaje pune četiri decenije, Mojsije Zečević, iguman Đurđevih Stupova, najbliskiji saradnik Petra Prvog (Cetinjskog) i Petra Drugog Petrovića Njegoša. Za njega se veže i nastanak „Vasojevićkog zakona od dvanaest tačaka”. Od vremena Prvog srpskog ustanka, pa sve do 1912. godine, borbe sa Turcima su bile neprestane, pogotovo u drugoj polovini 19. vijeka, kad se na čelo borbe stavio vasojevički vojvoda Miljan Vukov.

Nakon žestokih borbi u Prvom balkanskom ratu, Berane se oslobađa od Turaka 16. oktobra 1912. godine i priključuje se Kraljevini Crnoj Gori. Tokom prvog svjetskog rata ovaj kraj je preživio teške dane pod austrougarskom vlašću. Od 21. juna 1949. godine grad Berane se zvalo Ivangrad, po narodnom heroju Ivanu Milutinoviću, ali mu je 1992. godine vraćen prvobitni naziv (Bubanja & Golubović, 2019).



Slika 2.5.4.1. Berane 1962. godine – foto arhiva Ado Softić

*(<https://m.facebook.com/profile.php?id=100002459332418&name=STSDirectNavUserDecorato>
r)*

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Berane je gradsko naselje smješteno u istoimenoj opštini na sjeveroistoku Crne Gore. U fizičko - geografskom pogledu, opština Berane se nalazi u prostranoj kotlini (Beranska kotlina), koja je dio Gornjeg Polimlja, jer dnom kotline protiče gornji tok rijeke Lim. Dno Beranske kotline je na oko 650 – 700 m, a vrhovi planina koje je okružuju (Bjelasica, Cmiljevica, Sutjestka i Previja) dostiću i do 2000 m (vrh Crna glava na Bjelasici je visine 2139 m). Smatra se da je Beranska kotlina spuštana još u tercijaru (prije 50 miliona godina) duž rasjeda koji se pružao jugozapad – sjeveroistok. Nakon toga je morfološki uobličavana, a jedno vrijeme je kotlina bila ispunjena vodom jezera koje je oteklo u pravcu Bijelog Polja. O tome svjedoče naslage sedimenata. Jezersku fazu je kasnije zmiijenila riječna, tako da u reljefu danas dominiraju fluvijalni oblici, kao sastavni djelovi kompozitne Limske doline. U višim djelovima planina primjećuju se i tragovi glacijacije. Upravo takva geologija terena (jezerske i riječne - aluvijalne naslage) omogućila je bogatstvo vode na području Beranskog kraja. Glavna rijeka je Lim, sa svojih nekoliko pritoka, a tu su i brojni izvori (Radojičić, 1996; Radojičić, 2005).

Zbog svog izuzetnog povoljnog saobraćajno - geografskog položaja, Beranska kotlina je odavno naseljena. Arheološka istraživanja ukazuju na tragove naseljenosti još u Srednjem kamenom dobu (period između 9000 – 6000 godina p. n. e.: lokalitet Trebački krš). Utvrđeno je da su u oblasti zapadno od Lima od sredine X do VIII vijeka p. n. e. bile naseljene ilirske zajednice plemena (Autarijati i Ardijeji). U Srednjem vijeku naselje se zvalo Budimlja. Iz tog perioda potiče jedan od najstarijih pravoslavnih manastira na Balkanskom poluostrvu - Manastir Đurđevi Stupovi, sagrađen početkom 13. vijeka. Dakle, Beranska kotlina i Gornje Polimlje ima značajno kulturno – historijsko nasleđe (Bubanja & Golubović, 2019).

U klimatskom pogledu, Limska dolina, a u njoj Beranska kotlina, pokazuju neke specifičnosti u odnosu na ostali dio Crne Gore. Jedna od osnovnih klimatskih specifičnosti Beranske kotline vezana je za režim padavina. Naime, ovo je područje gdje se prepliću klimatski uslovi maritimnosti (Mediterrana i Jadrana) i kontinentalnosti sa sjevera. Veći dio Crne Gore ima mediteranski režim padavina i dobija godišnje preko 1000 mm atmosferskog taloga. Beranska kotlina, pak, ima manju količinu padavina, a Burić i dr. (2011) to objašnjavaju udaljenošću od mora, reljefnom zaklonjenošću i u pravo preplitanjem mediteranskog i kontinentalnog. Pomenute i mnoge druge klimatske specifičnosti i karakteristike biće predložene u master radu. Svakako, istaživačka

komponenta će nastojati da sagleda klimu ovog kraja u kontekstu savremenih klimatskih promjena.

Kako je već pomenuto, klimatske promjene su svrstane među najznačajnijim ekološkim problemima današnjice (IPCC, 2021.) smatra da je glavni uzrok globalnog zagrijavanja i današnjih klimatskih promjena čovjek, odnosno pretjerano sagorijevanje fosilnih goriva, ali da ne treba isključiti ni uticaj prirodnih faktora, jer je poznato da se mnogi ciklično mijenjaju (Teng et al., 2021; Luković & Burić, 2023; Karak K, 2023.) Crna Gora nije pošteđena od klimatskih promjena, jer je utvrđeno da npr. u Podgorici postoji značajan porast temperature, da se uočavaju i promjene vlažnosti vazduha i količine oblačnosti (Burić et al., 2018; Burić & Doderović, 2019). Istraživanja pokazuju da je u posljednje vrijeme Crna Gora pogođena češćim ekstremnim vremenskim događajima, češće se javljaju visoke temperature, sušni dani i jake padavine koje izazivaju poplave (Burić et al., 2016; Mihajlović et al., 2021). Rezultati u ovom master radu pokazaće šta se dešava sa klimom Berana, da li je došlo do hidrotermičkih promjena i da li su te promjene značajne ili ne.

4. BAZA PODATAKA I METODOLOGIJA

Za potrebe master rada korišćeni su podaci Meteorološke stanice u Beranama, koja je locirana u gradu na nadmorskoj visini od 691 m. Podaci o temperaturi vazduha i količini padavina dobijeni su od državnog Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju, a analiziran je period od 1961. do 2016. godine. Treba pomenuti da se temperatura vazduha mjeri na 2 m visine iznad tla u meteorološkoj kućici, a padavine su mjerene pomoću kišomjera i odnose se na visinu u mm ili količinu i litrima na 1 m².

Istraživanje u okviru teme master rada realizovano je primjenom sledećih metoda: aritmetičkih sredina i ekstrema, standardizovanih anomalija, 10-godišnjih kliznih srednjaka i trenda. Metodom aritmetičkih sredina i ekstrema prikazan je režim temperature i padavina u toku godine, te izdvojene njihove maksimalne i minimalne vrijednosti, odnosno ekstremi u posmatranom periodu. Standardizovana odstupanja korišćena su za kategorisanje mjesečnih, sezonskih i godišnjih temperatura i padavina. Ovo je najprikladnija metoda za utvrđivanje anomalija sa ova dva pomenuta klimatska elementa, koju preporučuje i Svjetska meteorološka organizacija. Kategorizacija je urađena kako je to dato u Tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Kategorizacija anomalija temperature i padavina prema standardnoj devijaciji

Standardizovano odstupanje	Klasa temperature	Klasa padavina
> 3	Ekstremno toplo	Ekstremno kišno
2 – 3	Vrlo toplo	Vrlo kišno
1 – 2	Toplo	Kišno
-1 – 1	Normalno	Normalno
-1 – (-2)	Hladno	Sušno
-2 – (-3)	Vrlo hladno	Vrlo sušno
< -3	Ekstremno hladno	Ekstremno sušno

Metod 10-godišnjih kliznih srednjaka pokazaće promjene srednjih mjesečnih, sezonskih i godišnjih temperatura, odnosno suma padavina u posmatranom 66-to godišnjem periodu (1961-2016), s pomakom od jedne godine (korak +1). Na ovaj način mogu se indentifikovati periodične

varijacije u cijelom periodu posmatranja. Metod trenda pokazaće opšti pravac kretanja parametara temperature i padavina. Trend je proračunat jednačinom najmanjih kvadrata, a njegova značajnost je ispitana pomoću Studentovog testa, koristeći formulu:

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} = \frac{b_1}{s \sqrt{SS_x}}$$

gdje je:

b_1 – koeficijent linearne regresije, s – standardna devijacija,

SS_x - sume kvadrata nezavisno promenljive (vrijeme u analizi trenda),

$n-2$ - vremenska serija umanjena za 2,

R^2 - koeficijent determinacije.

Metod prostih diferencijacije korišćen je za uporedni prikaz dva istodobna perioda: 1961-1988. i 1989-2016., kako bi se utvrdile kvantitativne veličine promjena temperature i padavina u Beranama. Statistički metod koristiće se za prikaz dobijenih rezultata u cilju postizanja očiglednosti, a za ovu namjenu primijeniće se odgovarajuće alatke programa Excel. Deskriptivno-analitički i metod sinteze, te komparativni koncept, koristiće se za opisivanje, tumačenje, objašnjenje i povezivanje dobijenih rezultata.

5. REZULTATI I DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Količina padavina i temperatura vazduha (u daljem tekstu padavine i temperatura) su dva najvažnija klimatska elementa. Oni direktno i indirektno utiču na sve ostale klimatske elemente. Postoji nekoliko parametara kod oba elementa i nezamjenljive su varijable prilikom svih klimatskih klasifikacija. Podaci o temperaturi i padavinama su potrebni mnogim privrednim granama: poljoprivredi, turizmu, vodoprivredi, saobraćaju, energetici i drugim. U nastavku je data detaljna analiza temperature i padavina u Beranama na osnovu podataka Meteorološke stanice u ovom gradu za period 1961-2016. godine.

5.1 Temperatura vazduha

5.1.1 Režim srednjih temperatura

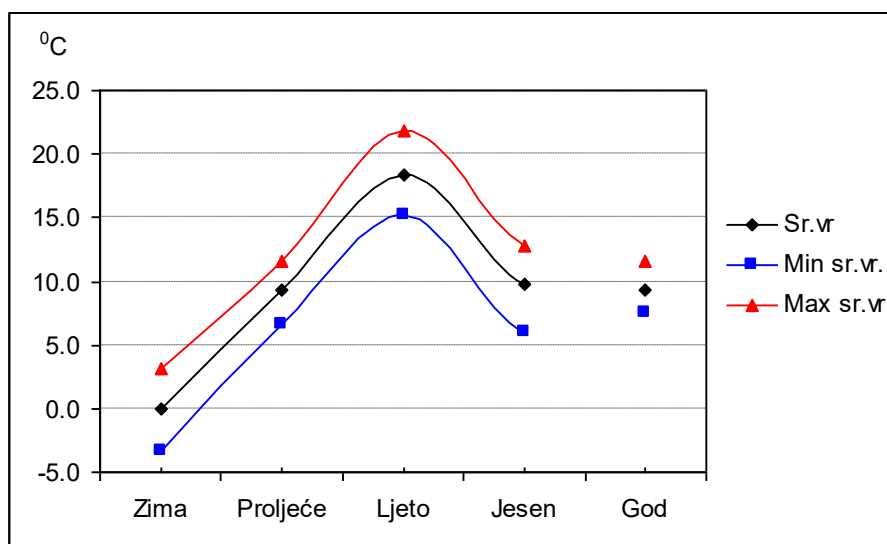
Tokom godine prosječne mjesečne temperature u Beranama variraju u širokom opsegu. Najhladniji mjesec je januar, sa srednjom temperaturom od $-1,2^{\circ}\text{C}$, a najtopliji jul, sa srednjom temperaturom od $19,2^{\circ}\text{C}$. U posmatranom 56-to godišnjem periodu (1961-2016), najniža srednja januarska temperatura iznosila je $-6,5^{\circ}\text{C}$, a izmjerena je 1967. godine. Prosječno najtopliji januar bio je 2014. godine, sa srednjom temperaturom od $3,4^{\circ}\text{C}$. Još su veća kolebanja u februaru, jer se srednja temperatura kretala od $-4,8^{\circ}\text{C}$ do $7,1^{\circ}\text{C}$ (tabela 5.1). Tome u prilog činjenica da je vrijednost standardne devijacije (stdev) u januaru $2,4^{\circ}\text{C}$, a u februaru $2,6^{\circ}\text{C}$. Poslije januara, prosječno najhladniji mjesec je decembar, sa srednjom temperaturom od $0,0^{\circ}\text{C}$, ali sa negativnom nulom ($-0,02^{\circ}\text{C}$).

Tabela 5.1. Mjesečne temperature: prosječne, minimalne, maksimalne i standardna devijacija u Beranama za period 1961-2016. godine.

T ($^{\circ}\text{C}$)	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Sr.vr.	-1.2	1.0	4.9	9.3	13.9	17.3	19.2	18.8	14.6	9.8	4.8	0.0
Min sr.vr.	-6.5	-4.8	-0.7	4.5	9.8	14.4	16.2	14.2	10.0	5.5	-1.0	-4.6
Max sr.vr.	3.4	7.1	10.1	12.9	17.1	20.6	23.2	21.9	18.8	12.7	8.8	4.3
Stdev	2.4	2.6	2.0	1.7	1.6	1.4	1.6	1.8	1.7	1.7	2.3	2.1

I prosječna zimska temperatura je sa negativnom nulom ($-0,01^{\circ}\text{C}$). Inače, prosječno najhladnija zima u Beranama registrovana je 1981. godine, sa temperaturom od $-3,4^{\circ}\text{C}$, a najtoplija 2014.

godine, sa temperaturom od 3,1⁰C. Prosječna ljetnja temperatura je 18,4⁰C, a kreće se od 15,3⁰C do 21,8⁰C. Na godišnjem nivou, srednja temperatura u Beranama je 9,4⁰C. U periodu 1961-2016., najhladnije godine u Beranskom kraju bile su 1971. i 1976., sa srednjom temperaturom od 7,5⁰C, dok je najtoplija bila 2014., sa temperaturom od 11,6⁰C (slika 5.1).



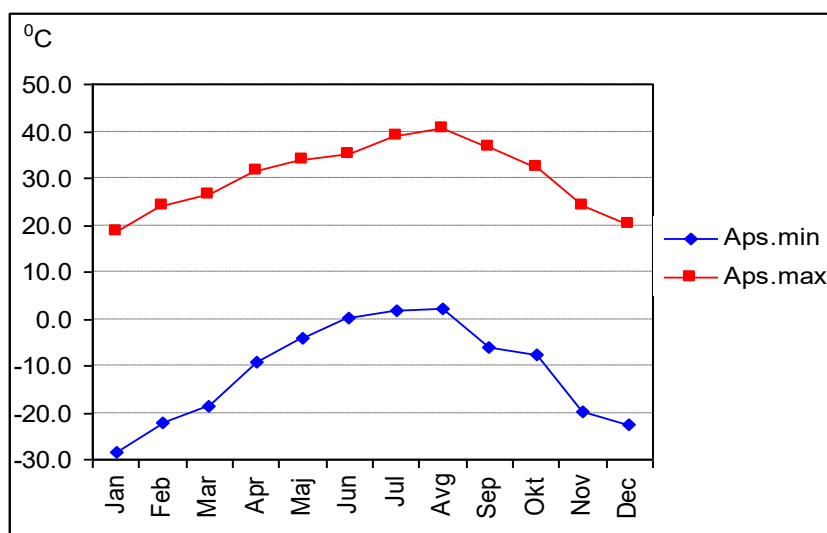
Slika 5.1. Prosječne sezonske i godišnje temperature u Beranama za period 1961-2016. godine

Na osnovu prethodnih termičkih pokazatelja može se zaključiti da Berane imaju karakteristike umjereno kontinentalne klime. Dakle, ljeta su u Beranama prijatno topla, zime umjereno hladne, a prelazna godišnja doba imaju skoro ujednačene srednje temperature. Ipak, srednja jesenja temperatura (9,7⁰C) je malo viša u odnosu na srednju proljećnju (9,4⁰C). Po pravilu, mjesta koja imaju topliju jesen od proljeća preovlađuju maritimni (morski) uticaju na klimu, a kada je obratno (proljeće toplije od jeseni) to je pokazatelj uticaja kontinentalnost.

Kako je pomenuto, prosječne temperature prelaznih godišnjih doba su prilično ujednačene, što ukazuje da se u ovom dijelu Limske doline prepliću uticaji maritimnosti i kontinentalnosti. Međutim, treba istaći da se svi klimatski podaci predloženi u ovom radu odnose na gradsko područje koje je smješteno na dnu Beranske kotline. To znači da su sa porastom nadmorske visine temperature niže, pa viši planinski predeli koji okružuju kotlinu imaju karakteristike planinske klime u pogledu termičkih pokazatelja.

5.1.2 Režim ekstremnih temperatura

Vrijednosti prosječnih temperature ukazuju na uobičajene termičke uslove u nekom mjestu, ali za čovjek, posebno za pojedine njegove djelatnosti, kao što je bavljenje poljoprivredom, treba uzeti u obzir i ekstremne temperature, odnosno apsolutno najniže i najviše. Kada su Berane u pitanju, najniža temperatura u posmatranom 56-to godišnjem periodu iznosila je $-28,3^{\circ}\text{C}$, a registrovana je 13. januara 1985. godine. U januaru mjesecu, apsolutno najviša temperatura iznosila je $18,8^{\circ}\text{C}$, izmjerena 21. januara 2007. godine. To znači da je apsolutno kolebanje temperature za januar $47,1^{\circ}\text{C}$. Ujedno, ovaj mjesec (januar) pokazuje i najveće apsolutno kolebanje temperature. Pomenuta 2007. godina bila je ekstremna ne samo u pogledu apsolutno najviše temperature za januar, već i na godišnjem nivou. Naime, 23. avgusta 2007. Godine, u Beranama je izmjerena temperatura od $40,4^{\circ}\text{C}$, i to je apsolutni maksimum u ovom kraju (slika 5.2).



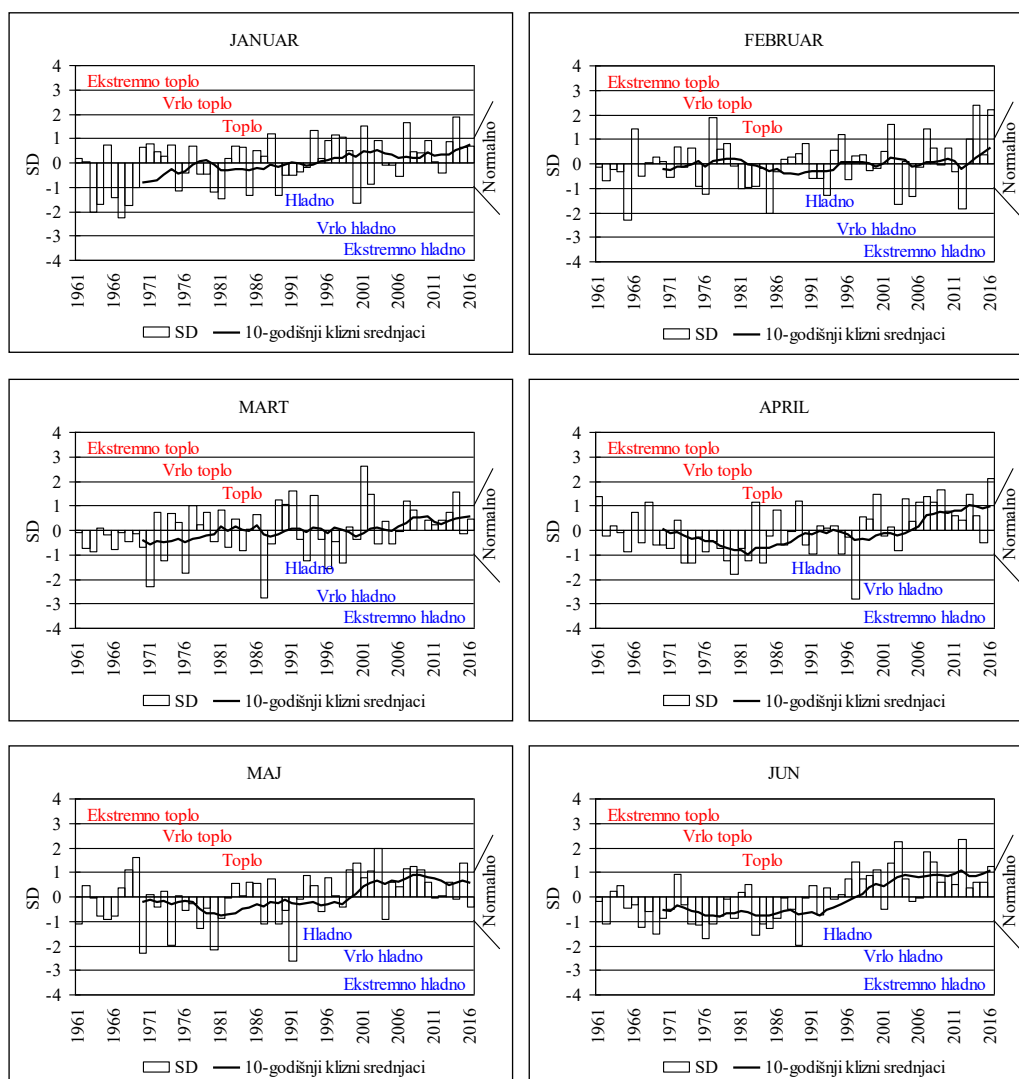
Slika 5.2. Mjesečne apsolutno maksimalne i minimalne temperature u Beranama za period 1961-2016. godine

Očigledno da su mjesečna kolebanja temperature u Beranama velika (razlika između apsolutno najviše i najniže temperature). Na godišnjem nivou, apsolutno kolebanje temperature u Beranama je čak $68,7^{\circ}\text{C}$, što potvrđuje izražen uticaj kontinentalnosti u ovom kraju. Zimi se najniže temperature registruju pri vedrim i tihim noćima ili kada postoji prodor hladnog polarnog pa čak i sibirskog vazduha. Ekstremno visoke temperature u ovom kraju bilježe se ljeti pri stabilnoj atmosferi, kada postoji polje visokog vazdušnog pritiska, posebno u uslovima tzv. bloking sinoptičke situacije po visini, kao što je bio slučaj u avgustu 2007. godine iznad Crne Gore, kada je 24. avgusta u Podgorici izmjerena temperatura od $44,8^{\circ}\text{C}$, što predstavlja apsolutni maksimum za Crnu Goru (Burić et al., 2011).

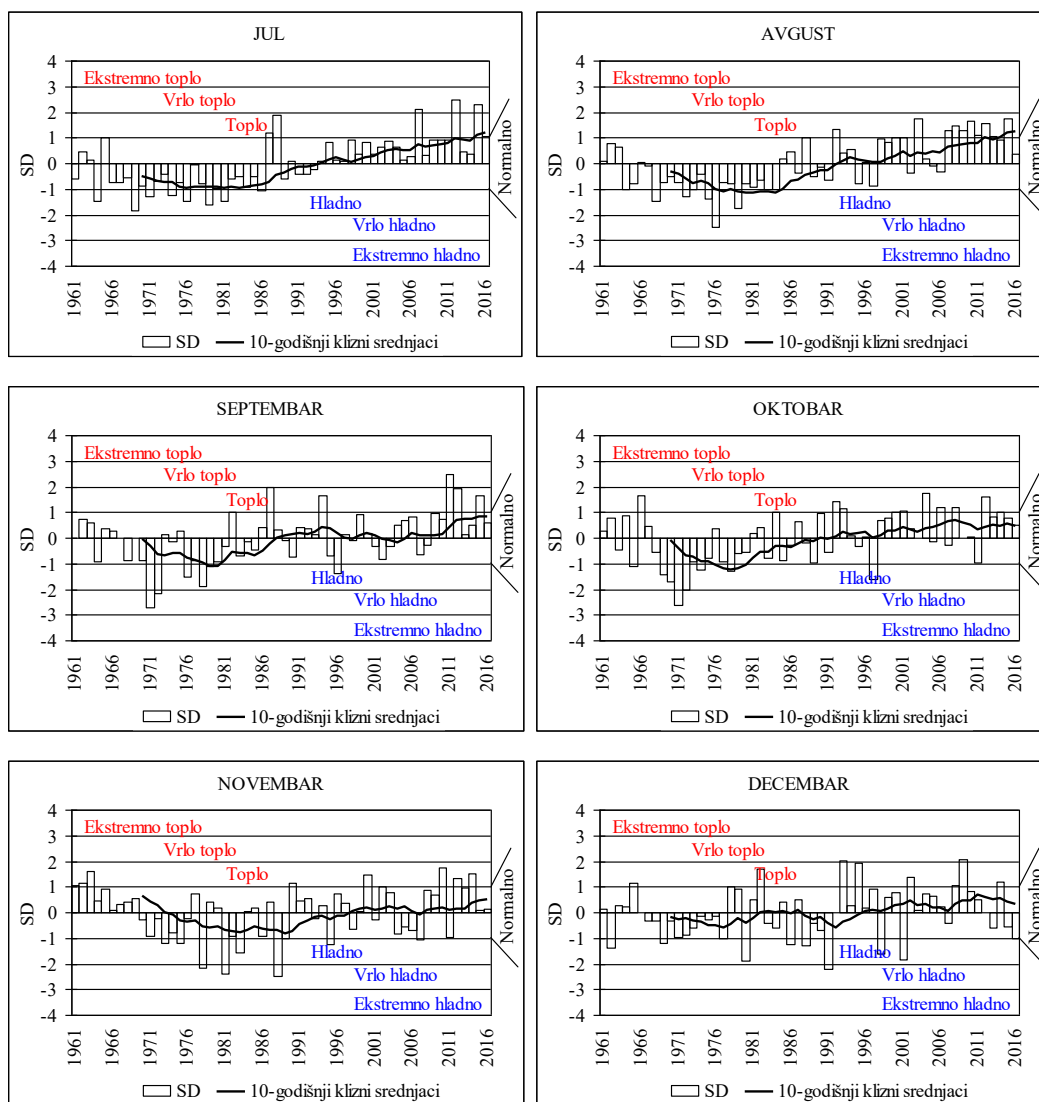
5.1.3 Kategorizacija srednjih temperatura

Odstupanja srednjih temperatura na mjesečnom, sezonskom i godišnjem nivou prvo su standardizovana, a zatim grafički svrstana u određene kategorije. Sva odstupanja u granicama ± 1 standardna devijacija (SD) smatraju se normalnim. Pozitivne anomalije ukazuju na toplije uslove od klimatske normale, a negativne na hladnije uslove. Ona odstupanja koja se nalaze u granicama između 1-2 SD pripadaju kategoriji toplo, između 2-3 SD kategoriji vrlo toplo, a ako su odstupanja veća od 3 SD radi se o ekstremno toploj kategoriji. Suprotno, data vremenska jedinica (mjesec, sezona i godina), zavisno od standardizovanih anomalija, može biti hladna, vrlo hladna i ekstremno hladna. Da se ukazalo da li anomalije temperature pokazuju određenu tendenciju u dugoročnom 56-to godišnjem periodu, izračunati su 10-godišnji klizni srednjaci s korakom +1.

Zajednička karakteristika za sve mjesece je apsolutna dominacija odstupanja u granicama normalnog opsega. Ipak, svaki mjesec ima neke svoje specifičnosti. Primjera radi, januar je tokom 37 godina u Beranama bio u granicama uobičajenih (normalnih) odstupanja ili u 66,1% slučajeva. Kategoriji hladno pripadalo je 10 januara u 56-to godišnjem periodu (17,9%), vrlo hladno bilo je samo dva puta (3,6%) - u januaru 1963. i 1967. godine, dok ekstremno hladnih januara nije bilo. Sa druge strane, tokom 7 godina, januar je Beranama pripadao kategoriji toplo (12,5%), a vrlo hladnih i ekstremno hladnih januara nije bilo. Na isti način se mogu komentarisati i ostali mjeseci. Dobijeni rezultati su dalje pokazali da od početka 1990-ih godina dominiraju pozitivna odstupanja srednjih mjesečnih temperatura, posebno izražena od aprila do avgusta, odnosno u toplijem dijelu godine. Kako je već pomenuto, jul je najtopliji mjesec u godini, a tokom poslednjih 23 godine posmatranog perioda (1994-2016) ovaj mjesec imao je konstantno pozitivna odstupanja temperature. U cijelom posmatranom 56-to godišnjem periodu, jul je u Beranama 3 puta okarakterisan kao veoma topao mjesec, i to se desilo u poslednjem 10-to godišnjem periodu (2007, 2012. i 2015. godine). Ovo je prvi pokazatelj da se Berane zagrijava, a tome u prilog činjenica da su 10-godišnji klizni srednjaci tokom poslednje 2-3 decenije iznad 0-tog podioka. Međutim, u većini slučajeva 10-godišnji klizni srednjaci nijesu izlazili iz opsega ± 1 SD. Izuzetak su jedino jul i avgust, gdje su krajem analiziranog period 10-godišnji klizni srednjaci ušli u opseg toplo (slike 5.3 i 5.4). Ipak, trend analiza će jasno pokazati da li se ova dva mjeseca najintenzivnije zagrijavaju u Beranama.

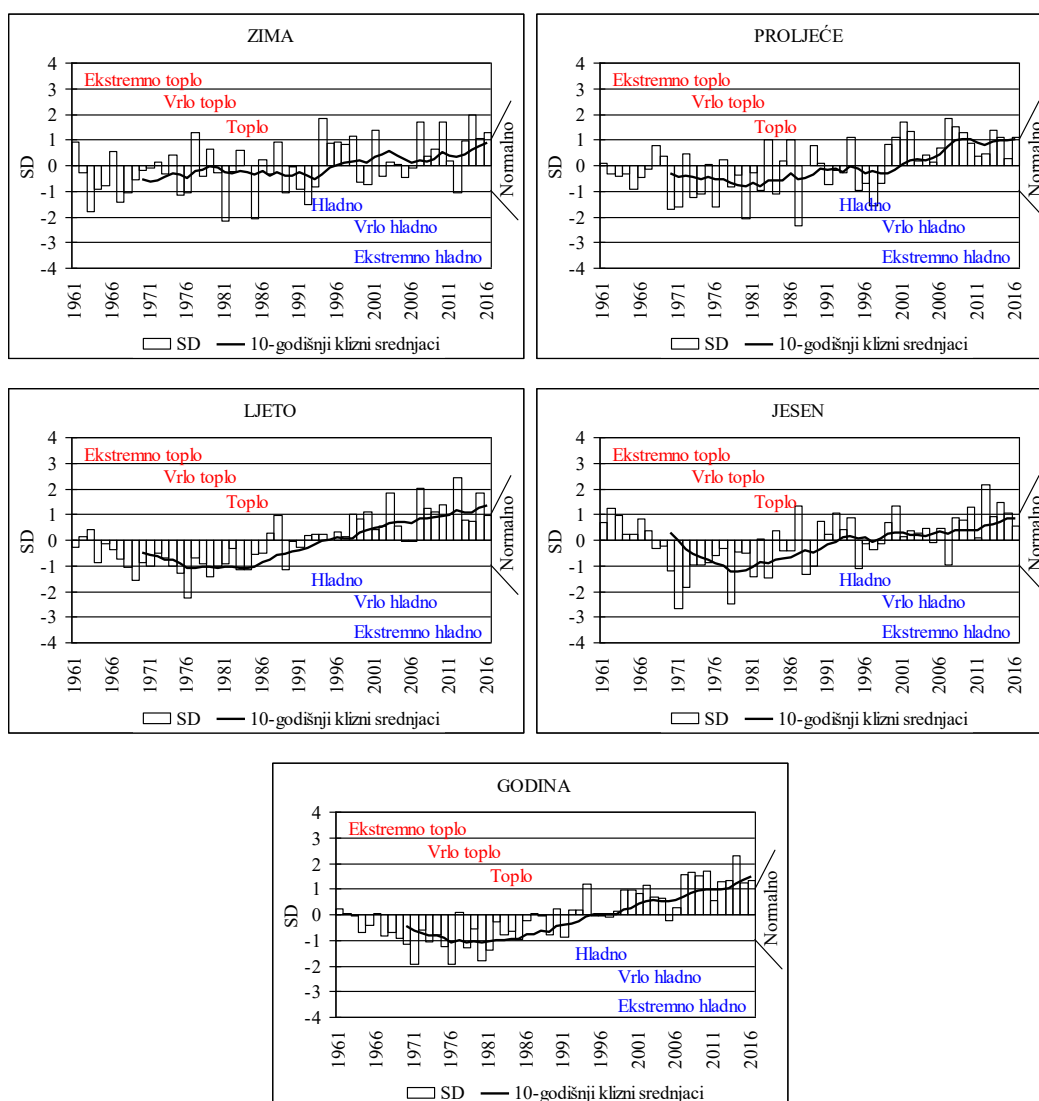


Slika 5.3. Anomalije srednjih temperatura za mjesec januar-jun, izražene u standardizovanim odstupanjima (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine



Slika 5.4. Anomalije srednjih temperatura za mjesec jul-december, izražene u standardizovanim odstupanjima (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine

I na sezonskom i godišnjem nivou dominiraju pozitivna odstupanja temperature od početka 1990-ih godina, što je rezultat mjesečnih anomalija. Pozitivna odstupanja u posljednje 2-3 decenije su posebno uočljiva za ljetnju i proljećnu sezonu. U cijelom 56-to godišnjem periodu, dva jedina ljeta u Beranama koja pripadaju kategoriji vrlo toplo desila su se posle 2000. godine (2007. i 2012.). kod anomalija srednjih proljećnih i srednjih ljetnjih temperatura, klizni 10-to godišnji srednjaci krajem posmatranog perioda izlaze iz opsega normalno i ulaze u kategoriju toplo, dok se to ne dešava za prelazna godišnja doba (slika 5.5). Ipak, na godišnjem nivou posljednjih godina u Beranama dominira kategorija toplo. Prema ovom pokazatelju, najtoplija godina u Beranama bila je 2014, sa srednjom godišnjom temperaturom od $11,6^{\circ}\text{C}$, što je za $2,2^{\circ}\text{C}$ bilo toplije od uobičajene temperature.



Slika 5.5. Anomalije srednjih sezonskih i godišnjih temperatura izražene u standardizovanim odstupanjima (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine

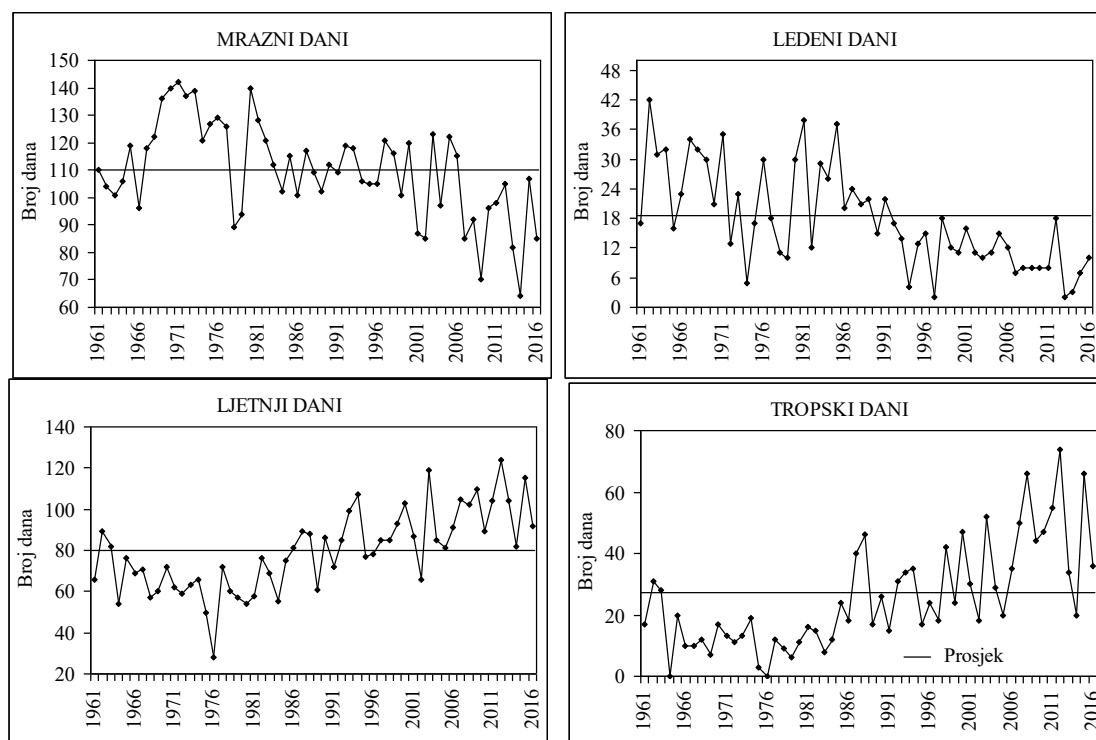
5.1.4 Godišnji broj dana sa karakterističnim temperaturama

U ovom dijelu rada data je analiza dnevnih maksimalnih i dnevnih minimalnih temperatura u Beranama, za period 1961-2016. godine, na način što su izdvojeni: mrazni, ledeni, ljetnji i tropski dani. Mrazni dan je kada se dnevni minimum temperature spusti ispod nultog stepena Celzijusove skale ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$). Kada se dnevni maksimum temperature ispod nule, onda se takav dan karakteriše kao ledeni dan ($T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$). Ako temperatura vazduha tokom dana dostigne i pređe 25°C , onda je to ljetnji dan ($T_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$), a kada dostigne i pređe 30°C onda se takav dan definiše kao tropski dan ($T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$). Dakle, za svaku godinu posebno izdvojeni su pomenuti dani, a zatim je grafički prikazano njihovo kretanje u posmatranom 56-to godišnjem periodu.

Mrazni dani su zimi redovna pojava u Beranama, a mogu se javiti i tokom prolječnih i jesenjih mjeseci. Prosječan godišnji broj mraznih dana u Beranama iznosi 110 dana, što čini 30,1% od ukupnog broja dana u godini. Najveći broj ovih dana zabilježen je 1971. godine (142 mrazna dana), a najmanji 2014. godine (64 mrazna dana). Po maksimalnom broju ledenih dana ističe se 1962. godina, kada su registrovana 42 ovakva dana u Beranama. Interesantno da ni jedna godina u posmatranom 56-to godišnjem periodu nije bila bez ledenih dana, a najmanje ih je bilo 1997. i 2013. godine - po 2 ledena dana. Inače, Berane u prosjeku ima 18 ledenih dana godišnje. Naravno najviše ih je tokom zimskih mjeseci, vrlo rijetko su registrovani u martu i novembru.

Kada su u pitanju ljetnji dani, njihov prosječan godišnji broj je 79 dana. U Beranama su uobičajeni tokom ljeta, ali se mogu javiti od marta do oktobra, dok tokom januara, februara, novembra i decembra nikada nijesu registrovani u posmatranom 56-to godišnjem periodu. Godina 1976. imala je samo 28 ljetnjih dana, dok su 2012. godine registrovana 124 ljetnja dana. U prosječnoj godini, Berane imaju 26 tropskih dana, a najviše u avgustu - oko 10 dana. Inače, tropski dani se mogu registrovati u periodu od maja do septembra. Pomenute 2012. godine, registrovana su 74 tropska dana u ovom gradu, a bilo je godina bez i jednog ovakvog dana (1964. i 1976. godina).

Na grafičkim prilogima (slika 5.6) jasno se uočava da je godišnji broj mraznih i ledenih dana u prvoj polovini posmatranog perioda bio iznad prosjeka, a u drugoj polovini ispod prosjeka. Sa druge strane, godišnji broj ljetnjih i tropskih dana je u prvoj polovini posmatranog perioda bio ispod prosjeka, a u drugoj polovini iznad prosjeka. Drugim riječima, u poslednje 2-3 decenije primjetno je smanjenje mraznih i ledenih dana, a povećanje ljetnjih i tropskih dana, pa je ovo najindikativniji pokazatelj koji sugeriše da je klima Berana postala toplija.

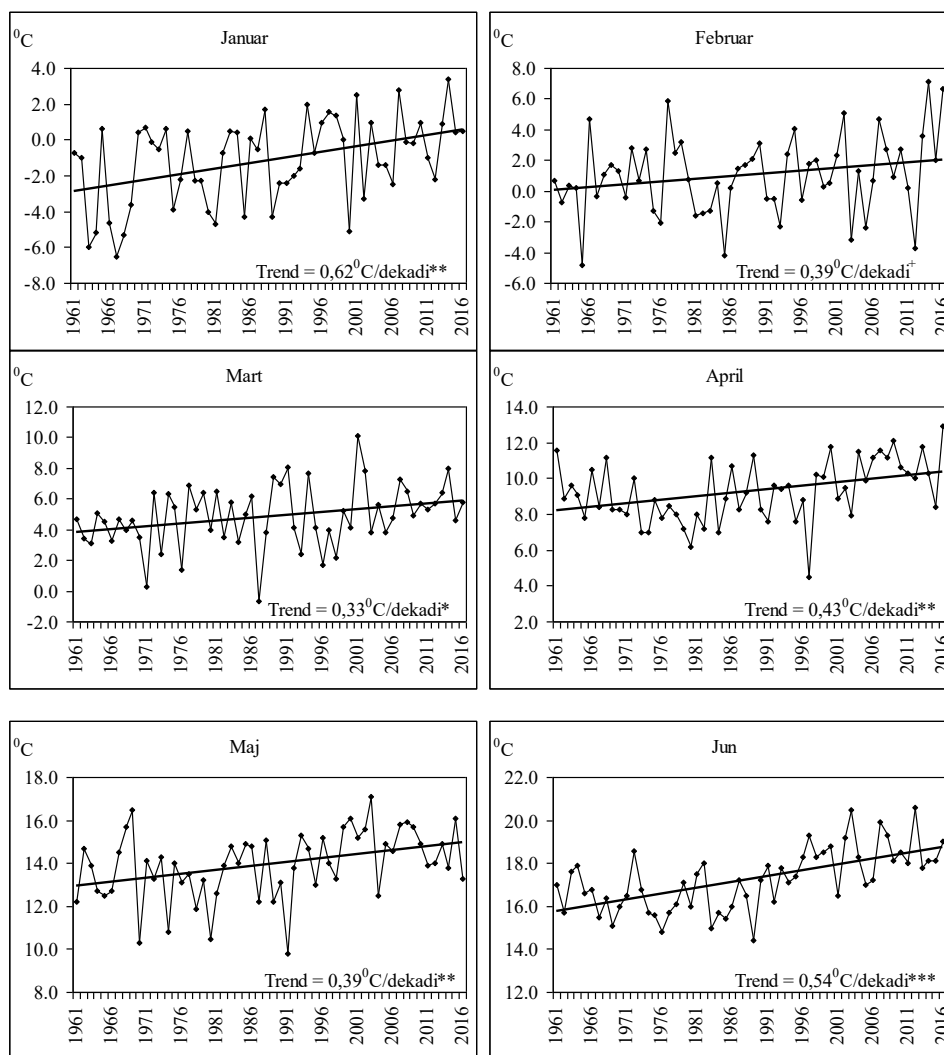


Slika 5.6. Godišnji broj mraznih ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$), ledenih ($T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$), ljetnjih ($T_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) i tropskih ($T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) dana u Beranama za period 1961-2016. godine

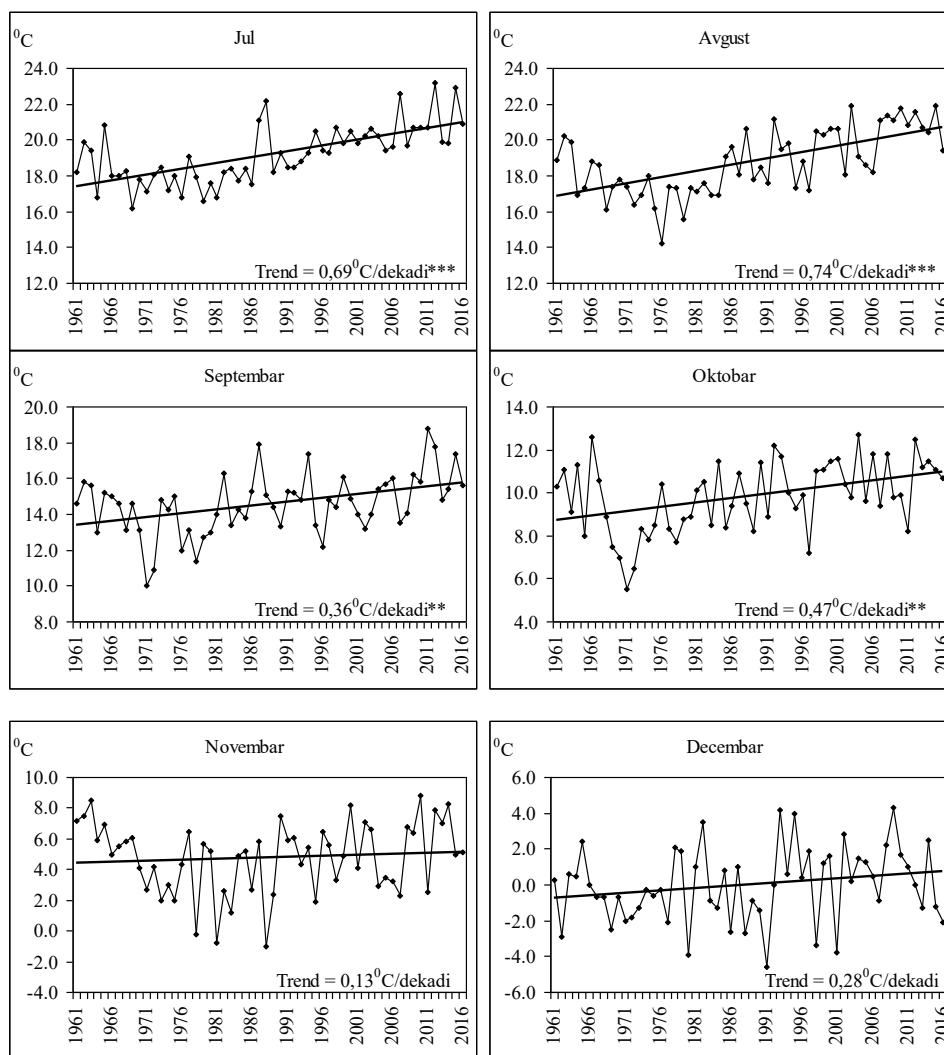
5.1.5 Trend temperature

Dosadašnji dio analize upućuje na zaključak da je klima Berana postala toplija. Jedan od najboljih metoda koji se koristi za utvrđivanje opšteg pravca razvoja datog parametra u dugoročnom periodu je trend komponenta. Dakle, u ovom dijelu proračunat je trend razmatranih parametara temperature. S obzirom na to da je u pitanju dug period od 56 godina, a kako je temperatura prilično promjenljiva varijabla, treba očekivati da će linija trenda biti usmjerena u jednom pravcu, što je potpuno uobičajeno. Zato je bitno provjeriti da li je trend promjena značajan ili ne.

Proračuni trenda su jasno pokazali da svi mjeseci u Beranama u periodu 1961-2016. godine postaju topliji. Trend porasta srednje temperature u januaru iznosi $0,62^{\circ}\text{C}$, u februaru $0,39^{\circ}\text{C}$, u martu $0,33^{\circ}\text{C}$ po dekadi, i tako dalje. Najintenzivniji porast temperature registruje avgust, $0,74^{\circ}\text{C}$ po dekadi, dok se najsporije zagrijavaju novembar i decembar, $0,13^{\circ}\text{C}$ po dekadi i $0,28^{\circ}\text{C}$ po dekadi. Novembar i decembar su jedina dva mjeseca koja pokazuju beznačajan trend porasta srednje temperature. Svi ostali mjeseci se značajno zagrijavaju. Naime, prema t-testu, sva tri ljetnja mjeseca (jun, jul i avgust) zadovoljavaju uslove značajnosti porasta temperature na najvišem nivou prihvatanja hipoteze od 99,9% ili rizik značajnosti $p < 0,001$ (slike 5.7 i 5.8).

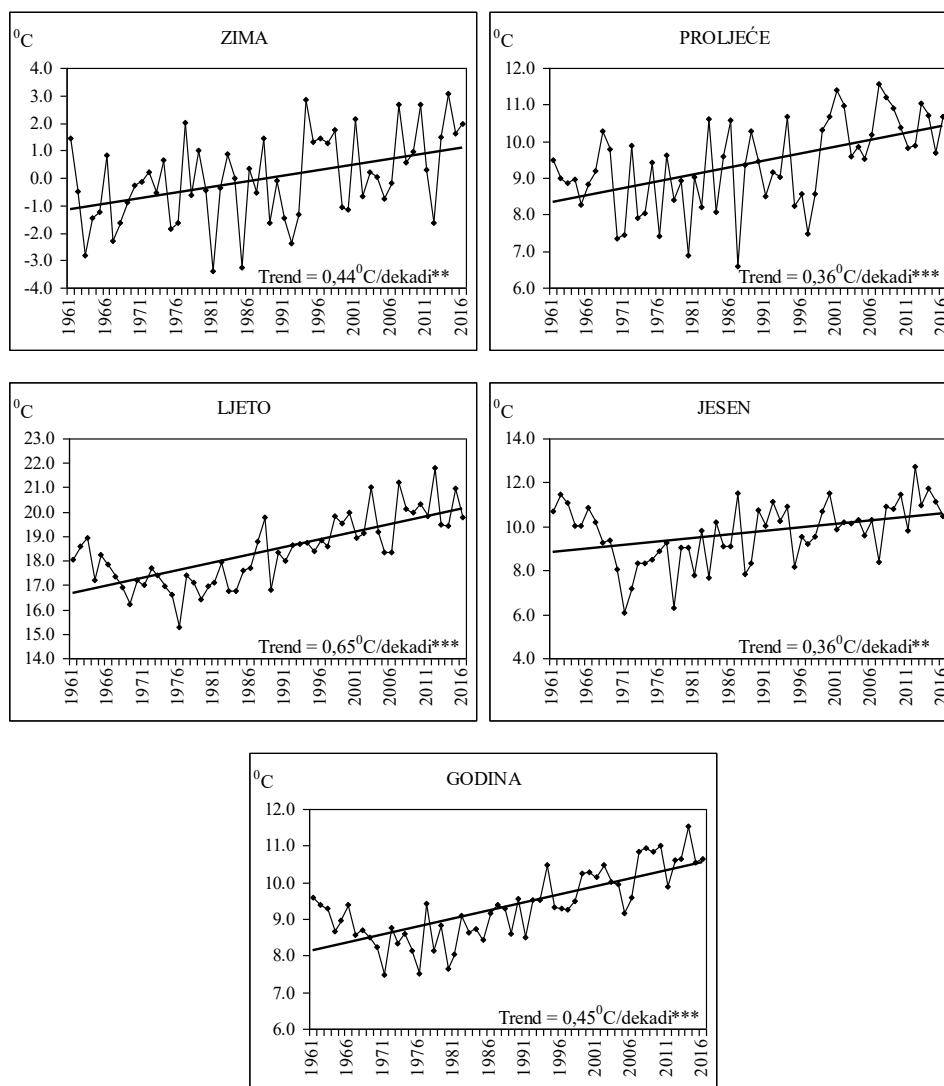


Slika 5.7. Trend srednjih mjesečnih temperatura januar-jun u Beranama za period 1961-2016. godine (nivo značajnosti: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, and + $p < 0.1$)



Slika 5.8. Trend srednjih mjesečnih temperatura jul-decembar u Beranama za period 1961-2016. godine (nivo značajnosti: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, and + $p < 0.1$)

Tokom proljeća i jeseni srednja temperatura raste po stopi trenda od $0,360^{\circ}\text{C}$ po dekadi. Takođe, značajan je i trend porasta srednje zimske temperature od $0,44^{\circ}\text{C}$ po dekadi. S obzirom na to da se jun, jul i avgust intenzivno zagrijavaju, bilo je logično očekivati najveći trend porasta srednje ljetnje temperature, koji u Brtranama iznosi $0,65^{\circ}\text{C}$ po dekadi. Na godišnjem nivou srednja temperatura raste po stopi od $0,45^{\circ}\text{C}$ po dekadi i ta vrijednost zadovoljava uslove značajnosti na 99,9% nivou povjerenja (slika 5.9). Matematički posmatrano, najveće učešće u značajnom trendu porasta srednje godišnje temperature imaju tendencije u januaru i tokom tri ljetnja mjeseca. Prethodni rezultati na mjesečnom nivou, a samim tim i na sezonskom i godišnjem, nedvosmisleno potvrđuju da je klima Berana postala toplija, odnosno da je prešla iz tzv. normalnog (uobičajenog) stanja u toplu kategoriju.



Slika 5.9. Trend srednjih sezonskih i godišnjih temperatura u Beranama za period 1961-2016.
godine (nivo značajnosti: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$)

5.2 Količina padavina

5.2.1 Režim prosječnih količina padavina

Količina padavina u Beranama je neravnomjerno raspoređena tokom godine. Prosječno je najmanja visina vodenog taloga u avgustu, 54,6 mm, a najveća u novembru, 110,3 mm. Odnos između prosječno najbogatijeg i najsiromašnijeg mjeseca padavinama je 2:1. Ipak, taj odnos je značajno manji nego u većem dijelu Crne Gore. Primjera radi, novembar je u Podgorici 6,5 puta bogatiji padavinama nego jul, kada je najmanja prosječna količina padavina. Burić i dr. (2011) ističu da veći dio Crne Gore ima mediteranski režim padavina, koji se odlikuje sušnim ljetnjim periodom i najkišnijim krajem jeseni i početkom zime. Moglo bi se reći da mjesečna raspodjela

padavina u Beranama odgovara mediteranskom pluviometrijskom režimu. Međutim, činjenica da je odnos najkišnijeg i najsuvljeg mjeseca značajno manji nego u većem dijelu države, ukazuje i na uticaj kontinentalnosti, pa je najispravnije zaključiti da Berane imaju modificovani mediteranski režim padavina.

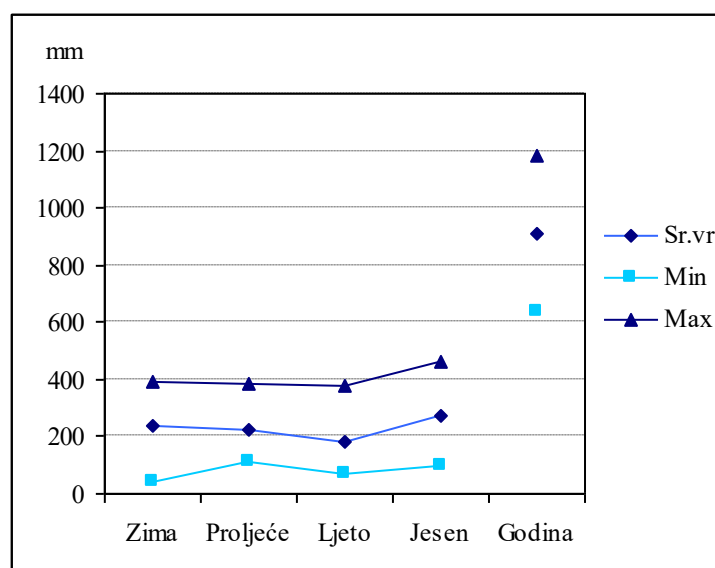
Međugodišnje varijacije mjesečnih suma padavina su izrazite, što je i logično, jer se radi o jednom od najpromjenljivijih klimatskih elemenata. Tako na primjer, januar prosječno dobija 76,6 mm padavina (tabela 5.2), ali bilo je godina kada je u ovom mjesecu palo svega 0,7 mm (1991. godine), a bilo je godina i kada je palo gotovo 3 puta više od prosjeka, kao što se desilo 2023. godine kada je u januaru palo 200,9 mm padavina od kiše i snijega. Dakle, treba istaći da se u količinu padavina tokom hladnijeg perioda ubraja i vodni ekvivalent od snijega, ne samo kišnica. Vrijednosti standardne devijacije (stdev) jasno ukazuju na velika međugodišnja kolebanja padavina. Primjera radi, u januru u prosjeku padne 76,2 mm padavina, a normalno kolebanje iznosi 51,6 mm, što čini 67,8% mjesečnog prosjeka.

Tabela 5.2. Mjesečne sume padavina (P): prosječne, minimalne, maksimalne i standardna devijacija, Berane (1961-2016).

P (mm)	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Sr.vr	76.2	66.4	68.0	81.6	74.8	65.3	59.9	54.6	81.4	81.9	110.	92.3
Min	0.7	8.4	0.0	5.9	17.6	9.4	9.4	4.8	14.7	0.2	2.4	0.0
Max	200. 9	163. 8	183. 8	193. 3	144. 0	166. 0	165. 7	158. 1	275. 4	254. 5	370. 6	221. 8
Stdev	51.6	38.4	37.2	42.3	33.1	37.3	38.4	34.8	56.8	57.2	60.9	57.9

Za period 1961-2016 godine, prosječna godišnja količina padavina u Beranama je 912,7 mm, a od toga se 30,0% izluči u jesen (273,6 mm), a samo 19,7% u ljeto (179,9 mm). Tokom zime i proljeća padne 29,9% i 24,6% godišnjeg prosjeka, odnosno 236,8 mm i 224,4 mm. Ovo je još jedan pokazatelj mediteranskog, preciznije blago modificovanog mediteranskog režima padavina. Godina 1979. bila je najbogatija padavinama u Beranama (1181,6 mm), dok je najmanja količina registrovana 1982. godine (638,2 mm). Velika promjenljivost u količini padavina uočava se i

tokom sezone. Na primjer, jesenje sume padavina se kreću od 98,8 mm do čak 463,3 mm (slika 5.10).



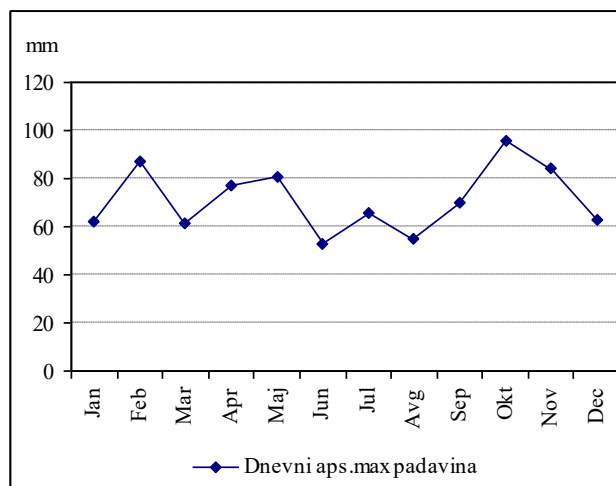
Slika 5.10. Prosječne, minimalne i maksimalne sezonske i godišnje sume padavina u Beranama za period 1961-2016. godine

Na osnovu uvida u literaturu, može se zaključiti da Berane spadaju u krajeve sa najmanjom količinom padavina u Crnoj Gori. Naime, Burić et al. (2014) ističu da mjesta u dolini Čehotine, Lima i Ibra, odnosno krajnji sjeverni i sjeveroistočni djelovi države, imaju najmanju godišnju količinu padavina. Autori objašnjavaju da je to posledica udaljenosti od mora i vazdušnih masa u sklopu ciklonske cirkulacije, koje su sve siromašnije vlagom idući od juga i jugozapada ka sjeveru i sjeveroistoku Crne Gore.

5.2.2 Ekstremne dnevne padavine

Za poljoprivredu, turizam, vodoprivredu i druge privredne grane, od značaja su dnevni ekstremi padavina. Primjera radi, za poljoprivredne usjeve su mnogo značajnije umjerene količine dnevne količine padavina, nego kada se za kratko vrijeme izluči velika količina, a posebno su štetne one u obliku grada. Ekstremne dnevne padavine, posebno kada je opterećen hidrološki sistem, predstavljaju potencijalni rizik od poplava, dok duži period bez kiše ljeti, uz visoke temperature, povećava rizik od požara. U ovom dijelu rada, pomenuće se samo ekstremne dnevne količine padavine. Za razliku od temperature, kod padavina je donja granica jasno definisana, a to je 0 mm. Naravno, svi mjeseci imaju manji ili veći broj dana bez padavina, pa će se ovdje predočiti samo apsolutni dnevni ekstremi.

U cijelom posmatranom 56-to godišnjem periodu (1961-2016), maksimalna dnevna količina padavina iznosila je 96,0 mm, a zabilježena je 7. oktobra 1992. godine. Ostali mjeseci registrovali su manje dnevne ekstremne sume padavina, ali svi ipak preko 50 mm (slika 5.11). Dnevni ekstremi padavina u Beranama su mnogo manji nego u južnim krajevima Crne Gore. Primjera radi, u Podgorici je registrovana apsolutna dnevna visina padavina od 226,8 mm (Burić i dr., 2007).

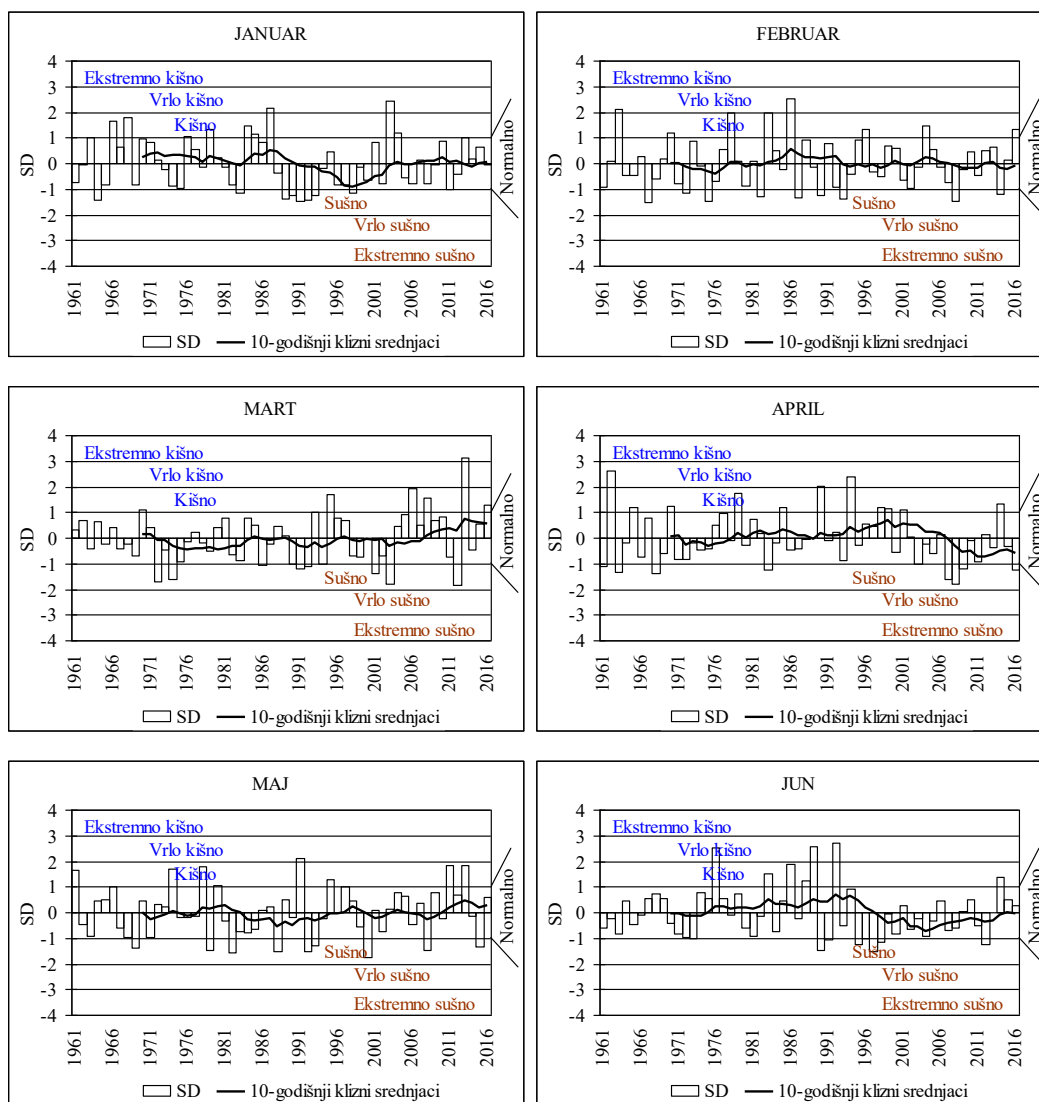


Slika 5.11. Apsolutni dnevni maksimumi padavina u Beranama za period 1961-2016. godine

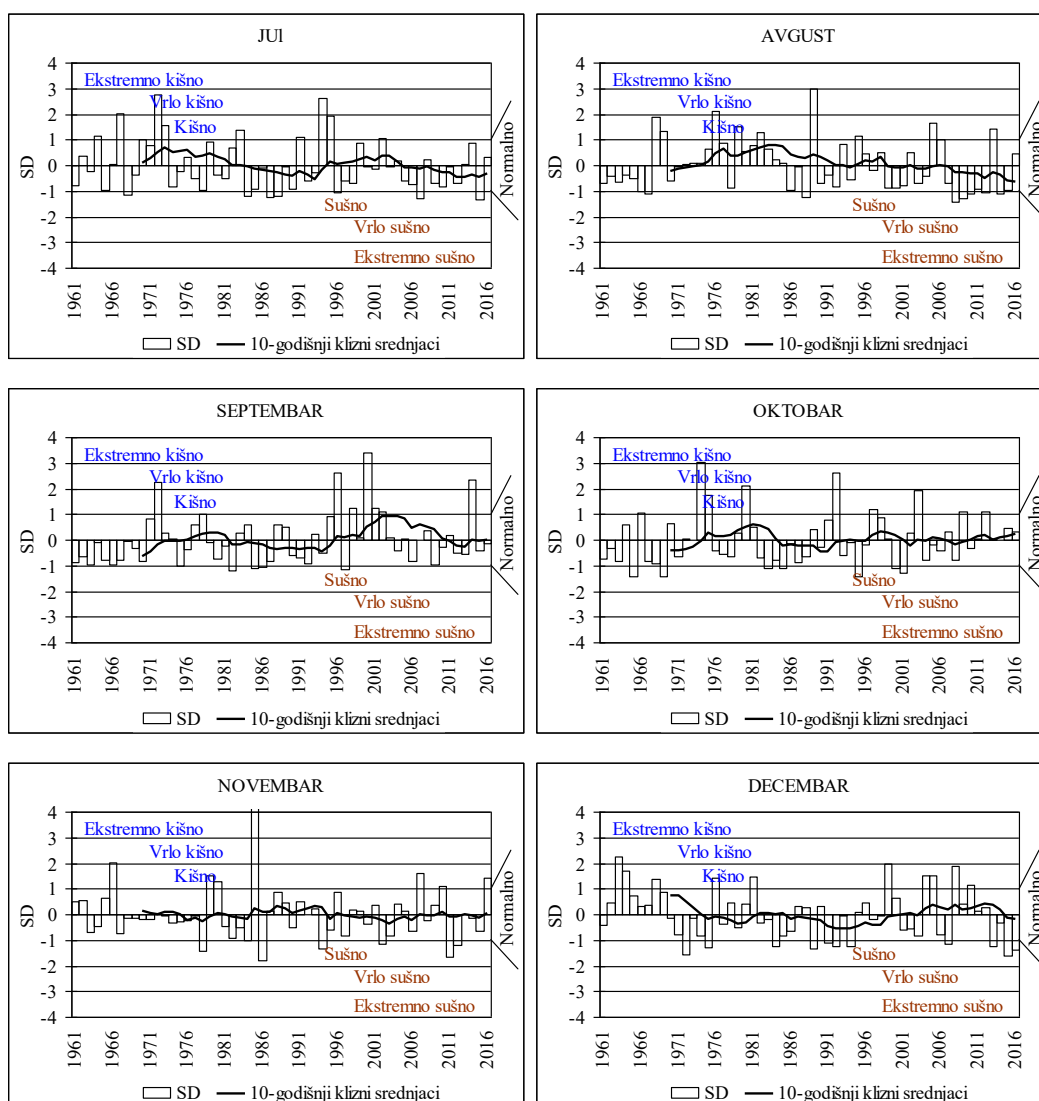
Međutim, priroda je uredila da nekada i mnogo manje dnevne količine padavina na području Beranske kotline, mogu predstavljati veći rizik od poplava nego značajno veće količine u južnom i posebno jugozapadnom dijelu Crne Gore. Drugim riječima, područje Krivošija i naselje Crkvice su najkišniji kraj u Crnoj Gori i Evropi, ali taj jugozapadni dio Crne Gore izgrađen je od krečnjaka, koji propuštaju padavinsku vodu u pozemlje kroz brojne pukotine, dok je područje Berana izgređeno od stijena koje su polupropusne ili nepropusne, tako da najveći dio atmosfere vode otiče u korita rijeka. Ovo govori da rizik od poplava ne zavisi samo od dnevnih količina padavina i opterećenosti hidrološkog sistema, već dobrim dijelom i od geologije terena.

5.2.3 Kategorizacija mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina

Da padavine spadaju u najpromjenljiviju klimatsku varijablu, protvrđuje i mjesečne anomalije, jer se ni kod jednog mjeseca ne može izdvojiti duži period sa odstupanjima ispod ili iznad klimatske normale. To potvrđuju i 10-godišnji klizni srednjaci, koji su u cijelom 56-to godišnjem periodu bili u granicama normalnog odstupanja. Čak se i primjećuje da se krajem analiziranog perioda kod većine mjeseci smanjilo međugodišnje kolebanje (slike 5.12 i 5.13).

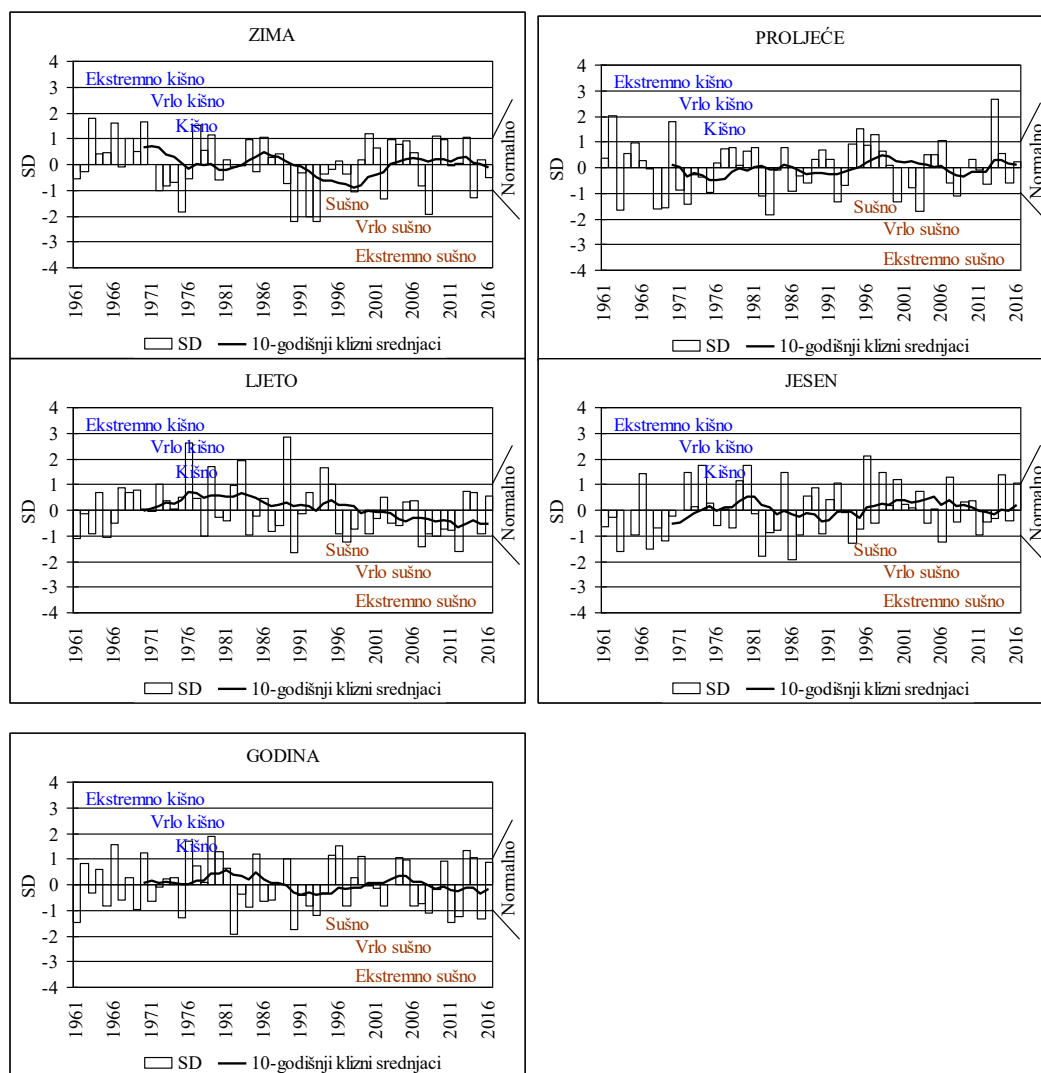


Slika 5.12. Anomalije mjesečnih suma padavina za januar-jun, izražene u standardizovanim odstupanjima (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine



Slika 5.13. Anomalije mjesečnih suma padavina za jul-december, izražene u standardizovanim odstupanjima (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine

Ovo je prvi pokazatelj, ali ne i dovoljan, koji ukazuje da se kod mjesečnih padavina ne dešavaju značajne promjene. Slični rezultati su dobijeni i na sezonskom i godišnjem nivou. Zimske sume padavina su 9 puta pripadale kategoriji kišno, dok vrlo kišnih i ekstremno kišnih zima nije bilo. Sa druge strane, tokom 56-to godišnjeg perioda bilo je 6 sušnih i 3 vrlo sušnih zima. U svim ostalim slučajevima zimske padavine bile su u granicama klimatski dozvoljenog odstupanja. Klizni 10-godišnji srednjaci su uglavnom bili oko klimatske normale. Jedino bi se moglo reći da malo zabrinjava situacija tokom ljetnje sezone, jer su klizni 10-to godišnji srednjaci poslije 2000-te godine konstantno ispod prosjeka, što ukazuje na tendenciju sušnijih uslova (slika 5.14).

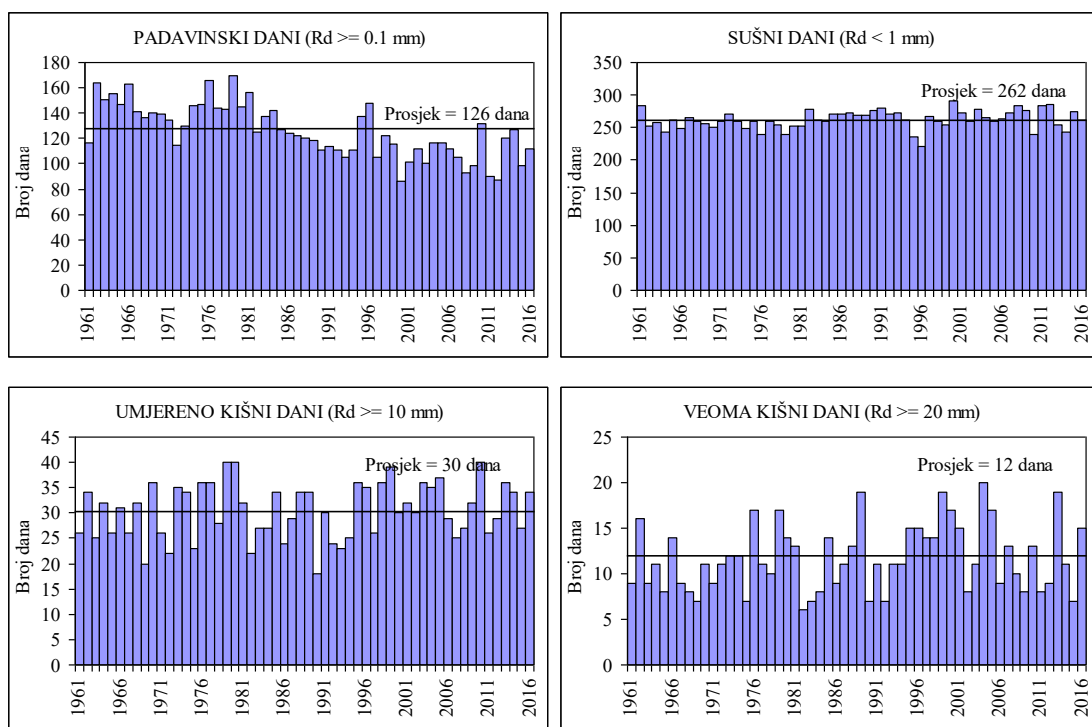


Slika 5.14. Anomalije sezonskih i godišnjih padavina, izražene u standardizovanim odstupanjima (SD) u Beranama za period 1961-2016. godine

5.2.4 Godišnji broj dana sa karakterističnim padavinama

Karakteristični dani kod temperature vazduha su vezani za određena godišnja doba ili za topliji i hladniji period godine. Na primjer, tropski dani se registruju ljeti, a ledeni zimi. Međutim, kod padavina se dani bez kiše ili sa velikom količinom mogu registrovati u bilo kojem dijelu godine. U meteorologiji se dan sa količinom padavina od 0,1 i više mm definiše kao padavinski dan. Prema pravilima Svjetske meteorološke organizacije, ako u toku dana padne manje od 1 mm padavina, takav dan se smatra sušnim, dok dnevna količina padavina od 10 i više mm, odnosno od 20 i više mm, predstavlja umjereno kišni i veoma kišni dan (Burić & Doderović, 2021). U ovom dijelu razmatrani su dani sa pomenutim količinama padavina u Beranama za period 1961-2016. godine.

Berane u prosjeku godišnje imaju 126 padavinskih dana ili 34,5% od ukupnog broja dana u godini. To znači da prosječna godina ima 239 dana bez mjerljive količine kiše (0,0 mm). Na grafičkom prilogu (slika 5.15) se jasno uočava da je u drugoj polovini posmatranog perioda godišnji broj padavinskih dana uglavnom ispod prosjeka, odnosno da se rjeđe registruju. Kod godišnjeg broja sušnih, umjerno kišnih i veoma kišnih dana ne uočava se duži period sa njihovim brojem iznad ili ispod prosjeka. Inače, godišnji prosjek sušnih dana je 262, umjerenosti kišnih 30 i veoma kišnih samo 12 dana.

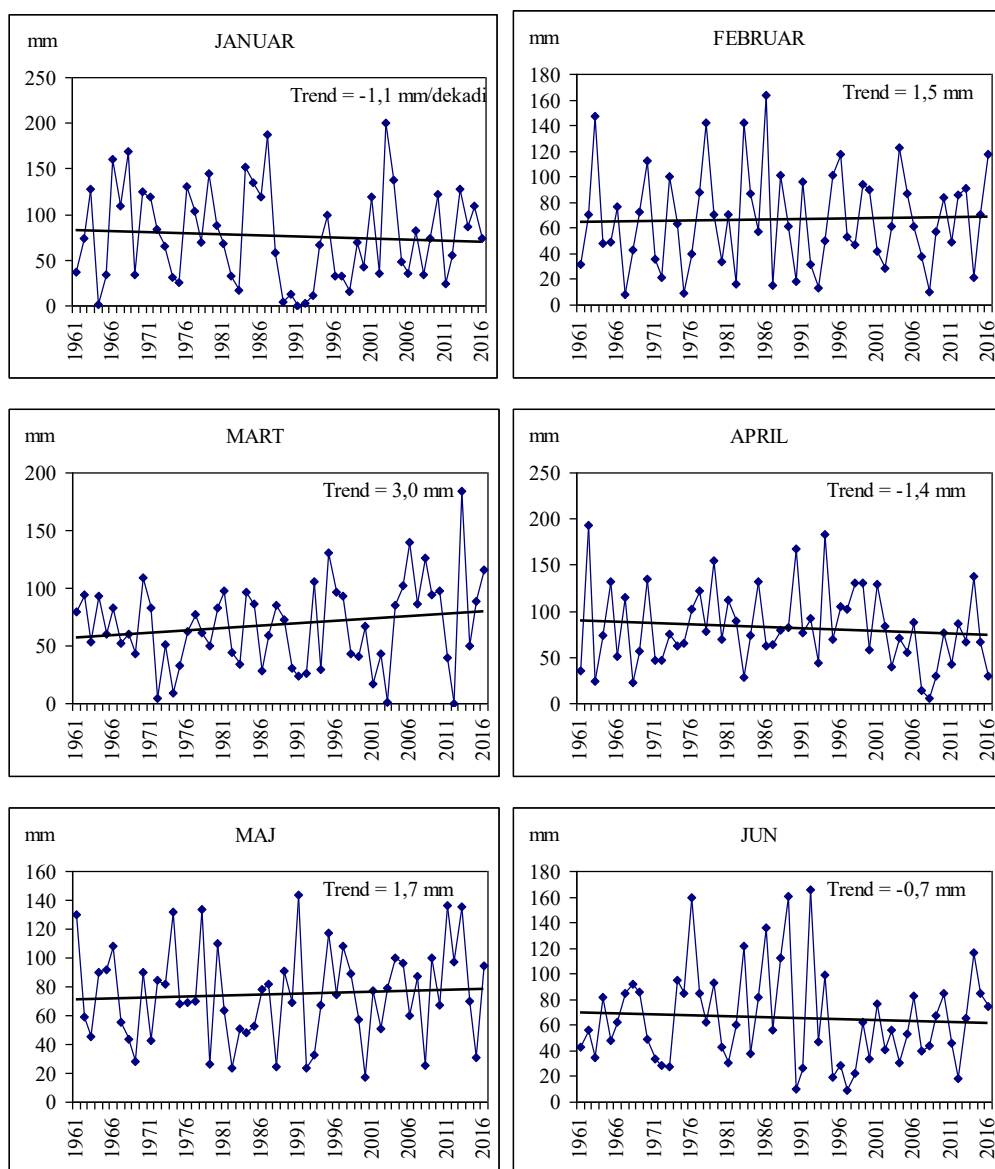


Slika 5.15. Godišnji broj padavinskih ($R_d \geq 0,1$ mm), sušnih ($R_d < 1$ mm), umjerno kišnih ($R_d \geq 10$ mm) i veoma kišnih ($R_d \geq 20$ mm) dana u Beranama za period 1961-2016. godine

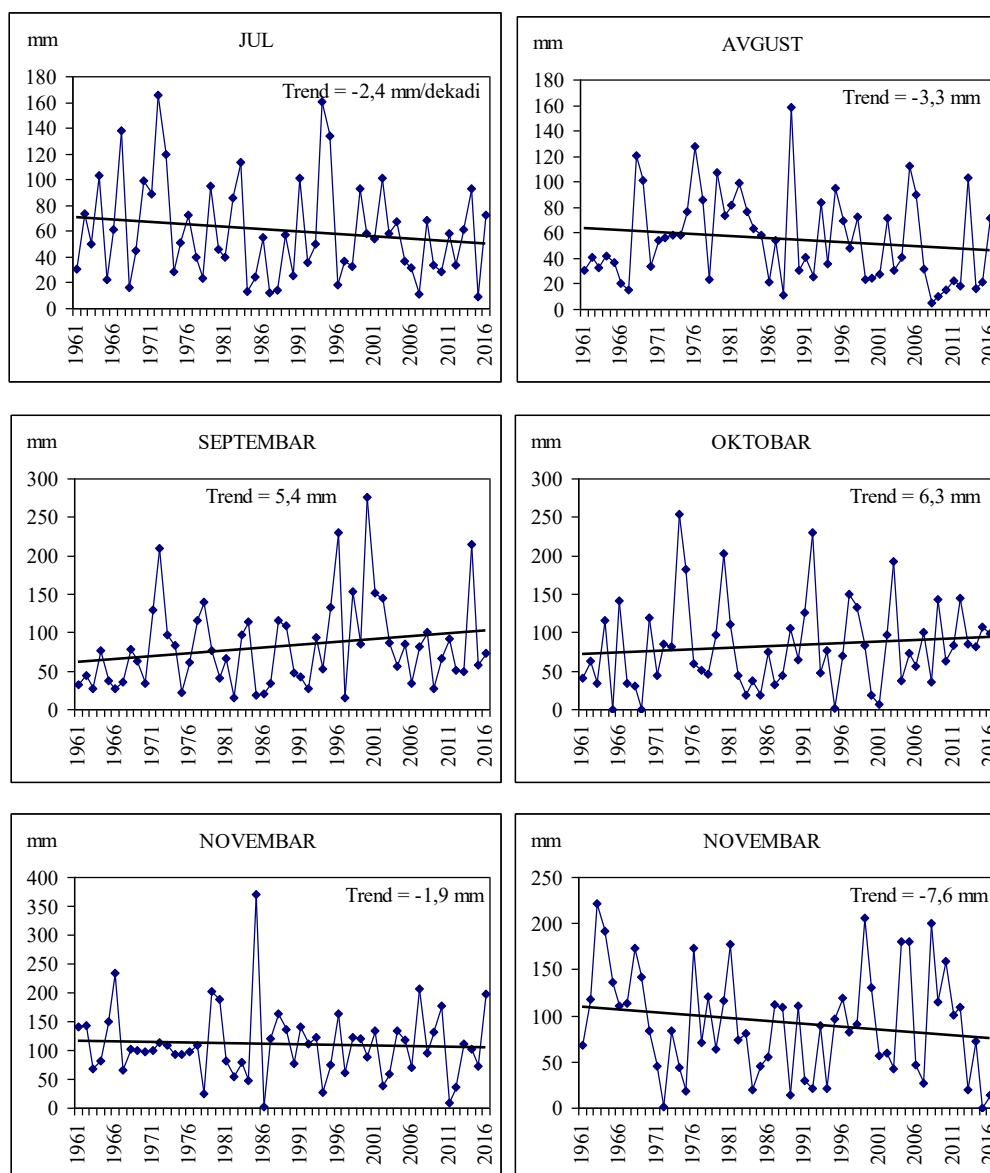
Prethodna analiza je dodatni pokazatelj da se sa padavinama u Beranama ništa zabrinjavajuće ne dešava. Međutim, proračuni trenda u nastavku će definitivno pokazati da li je došlo do promjene padavina u Beranama i kom prahu, kao i to da li su eventualne promjene statistički značajne ili ne.

5.2.5 Trend količine padavina

Za razliku od temperature vazduha, analiza rezultata dobijenih metodima kategorizacije, 10-to godišnjih kliznih srednjaka i broja karakterističnih dana, sugerise da se kod padavina ne uočavaju značajne promjene. Metod trenda je definitivno to i potvrdio. Naime, trend svih razmatranih vremenskih jedinica (mjesec, sezona i godina) je beznačajan. Na mjesečnom nivou, vrijednost trenda je u opsegu od -7,6 mm do 6,3 mm po dekadi. Tri ljetnja mjeseca, potom januar, april, novembar i decembar registruju negativan, a ostalih 5 mjeseci pozitivan trend (slike 5.16 i 5.17).



Slika 5.16. Trend (mm/dekadi) mjesečnih suma padavina u periodu januar-jun, Berane (1961-2016).

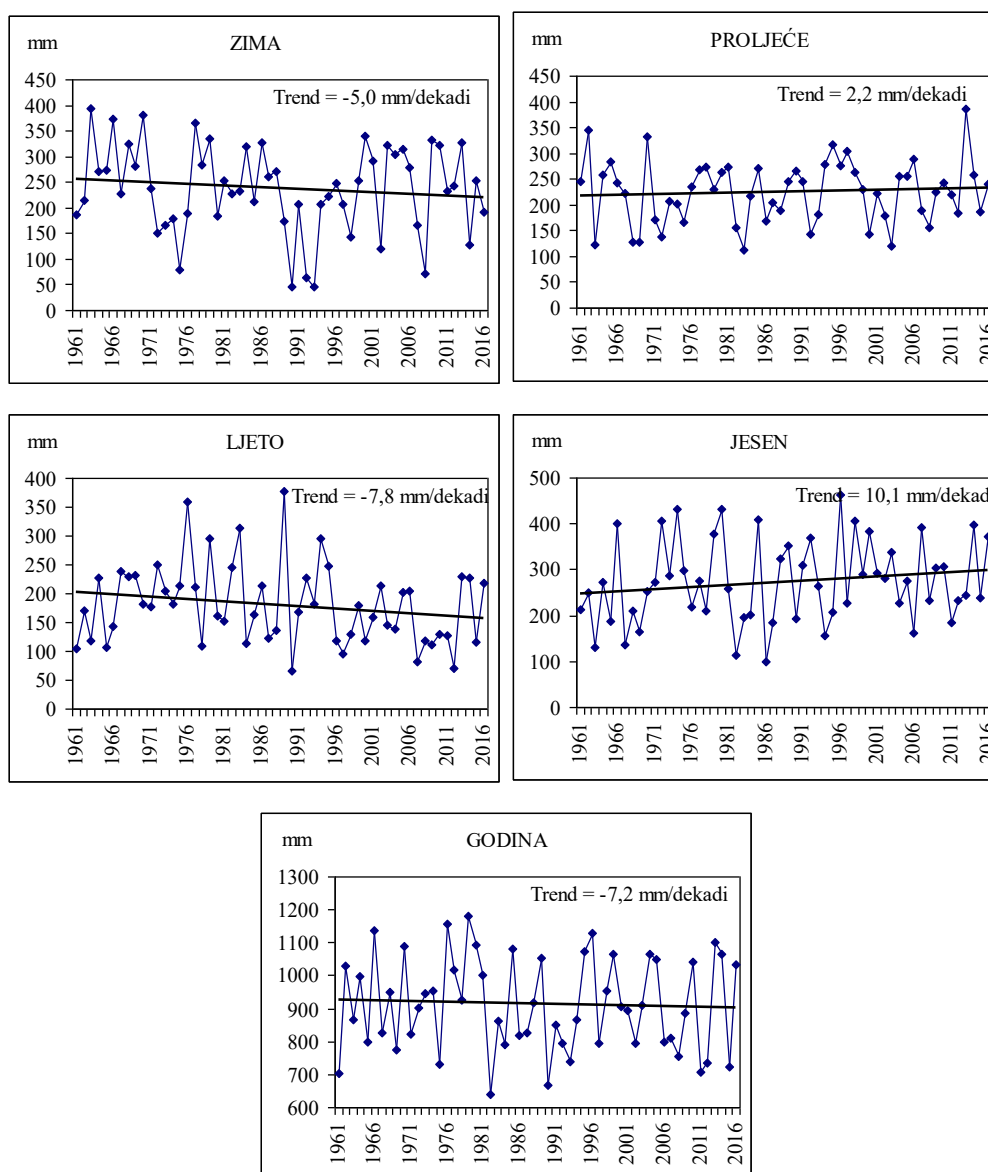


Slika 5.16. Trend (mm/dekadi) mjesečnih suma padavina u periodu jul-decembar, Berane (1961-2016).

Na sezonskom nivou najintenzivnije se smanjuju ljetnje sume padavina (-7,8 mm), a povećavaju jesenje količine (10,1 mm). Ipak, godišnje sume padavina se smanjuju po stopi trenda od -7,2 mm po dekadi (slika 5.17). i na sezonskom i na godišnjem nivou, promjene padavina su beznačajne.

Rezultati trenda mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina su pokazali da se ovaj klimatski element beznačajno promijenio u Beranama za period 1961-2016. godine. Da ponovimo, osim novembra i decembra, sve ostali vremenske jedinice registruju značajan porast temperature, što je u skladu sa opštom globalnom slikom. Naime, od sredine 20. vijeka registruje se trend porasta temperature u cijelom svijetu (Paeth & Pollinger 2020; Burić & Penjišević 2023). Međutim, kod promjene padavina se ne uočava određena jednobraznost, u smislu njihovog porasta ili smanjenja,

jer neke regije postaju vlažnije, druge suvlje, dok ima i onih kod kojih se naizmjenično smjenjuju ekstremno vlažni i ekstremno sušni periodi (IPCC, 2021).



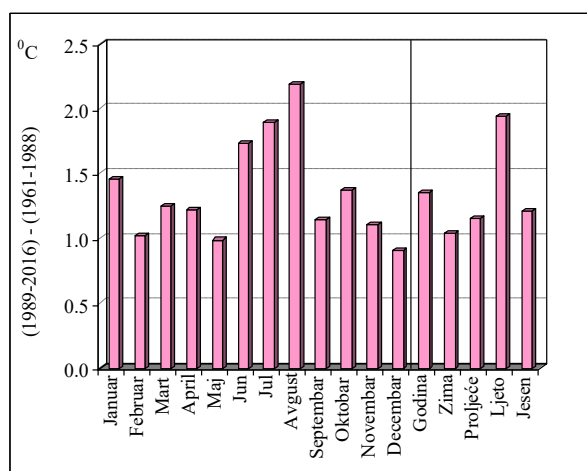
Slika 5.17. Trend sezonskih i godišnjih suma padavina u Beranama (1961-2016).

5.3 Diferencija temperature i padavina dva perida: 1961-1988. i 1989-2016. godine

U drugoj polovini 20. i u dosadašnjem dijelu 21. vijeka globalna temperatura raste, i u to nema sumnje. Međuvladin panel za klimatske promjene ističe da je do intenzivnijeg zagrijavanja došlo od sredine 1980-ih godina (IPCC, 2021). Rezultati za Berane su u skladu sa globalnim stanjem, jer npr. jasno se uočava da se od sredine 1980-ih godina smanjuje broj mraznih i ledenih dana, a povećava broj ljetnjih i tropskih dana. I kod ostalih parametara temperature sredina 1980-ih je prelomna tačka. Kod padavina, pak, nije tako uočljiva neka okvirna granica promjena njihovih

količina. U svakom slučaju, period od 56 godina je više nego dovoljno dug da se u okviru njega izdvoje dva istodobna podperioda od po 28 godina: 1961-1988 i 1989-2016. Godine. Dakle, cilj ovog dijela rada je da se prostom diferencijom uporede dva istodobna perioda, kako bi se utvrdile kvantitativne razlike između njih u vrijednostima temperature i padavina.

S obzirom na dosadašnje dobijene rezultate za temperaturu, bilo je za očekivati da će druga polovina posmatranog perioda (1989-2016) biti toplija od prve (1961-1988). Proračuni su to i potvrdili. U srednjoj vrijednosti, svi mjeseci su topliji u drugoj polovini posmatranog perioda u odnosu na prvu (slika 5.18).

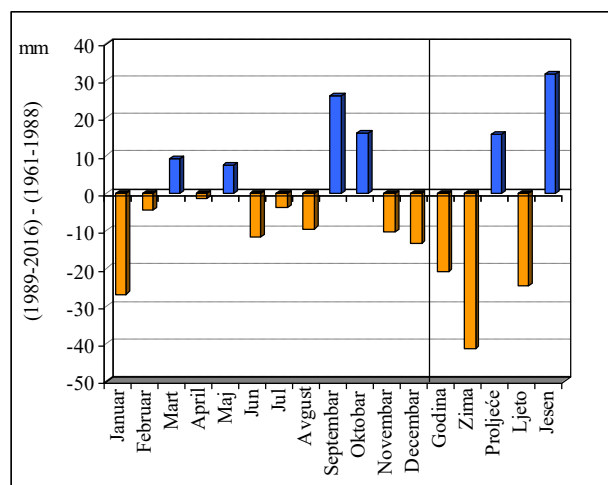


Slika 5.18. Razlika srednjih mjesečnih, sezonskih i godišnjih temperatura u Beranama između dva perioda: 1989-2016. i 1961-1988. godine

Prosta diferencija je pokazala da je npr. januar sada topliji za 1,5⁰C, februar za 1,0⁰C, itd. Srednja temperatura je najviše porasla u ljetnjim mjesecima, pa je tako avgust sada topliji za čak 2,2⁰C u odnosu na prije gotovo tri decenije. Srednja mjesečna temperatura juna i jula sada (1989-2016) je viša za 1,7⁰C i 1,9⁰C u odnosu na prije (1961-1988). Kao rezultat značajnog zagrijavanja pomenutih mjeseci, srednja ljetnja temperatura sada je viša prosječno za 1,9⁰C. Kada su sezone u pitanju, najmanji porast prosječne temperature registruje zima (1,0⁰C). Na godišnjem nivou, Berane je sada toplije za 1,4⁰C u odnosu na nekadašnju prosječnu temperaturu.

Što se padavina tiče, april, maj, septembar i oktobar sada su bogatiji padavinama nego prije, dok je kod ostalih mjeseci suprotno. U srednjoj vrijednosti, najveće smanjenje padavina registruje januar (-26,7 mm), jer je prosječna količina za period 1961-1988. godine iznosila 89,5 mm, a za period 1989-2016. godine 62,8 mm. Najveće povećanje padavina registruje septembar, jer ovaj mjesec sada dobija u prosjeku 26 mm padavina više u odnosu na raniji period. Na sezonskom nivou, zima

je sada siromašnija padavinama prosječno za 41,1 mm, a jesen bogatija za 32,0 mm. Za period 1961-1988. godine, prosječna godišnja količina padavina iznosila je 923,1 mm, a za period 1989-2016. godine 902,3 mm, što znači da Berane sada dobijaju prosječno 20,8 mm manje padavina na godišnjem nivou (slika 5.19).



Slika 5.19. Razlika srednjih mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina u Beranama između dva perioda: 1989-2016. i 1961-1988. godine

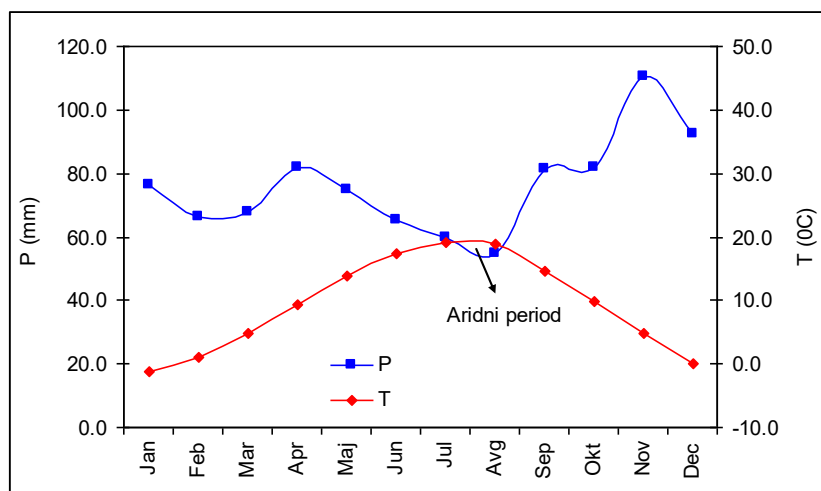
Današnje klimatske promjene su jedan od gorućih problema savremene civilizacije. Zato je ova problematika vrlo aktuelno ne samo kod stručne i naučne javnosti, već i kod običnih građana. Opšte je mišljenje da je do globalnog zagrijavanja došlo zbog pretjeranog sagorijevanja fosilnih goriva. Najindikativnije posljedice globalnog zagrijavanja su sve češći vremenski i klimatski ekstremni događaji, poput toplotnih talasa, jakih kiša, poplava, suša i drugim nemilih pojava (Ray et al., 2019; IPCC, 2021; Ionita & Nagavciuc, 2021). Uticaj klimatskih promjena je evidentan i u Crnoj Gori, jer postaje sve toplije i sa češćim ekstremnim vremenskim događajima (Mihajlović et al., 2021; Burić & Doderović 2022; Luković et al., 2024; Burić 2024). Rezultati predloženi u ovom radu su pokazali da je klima Berana postala toplija u drugoj polovini posmatranog perioda, dok se sa padavinama ne dešavaju značajnije promjene.

5.4 Definisanje tipa klime za Berane prema Kepenovim kriterijumima

Prilikom proučavanja klimatskih karakteristika nekog mjesta ili regije, nezaobilazno pitanje je i kakav je tip klime na datoj teritoriji. U stručnoj literaturi se kao jedna od najcijenjenijih klimatskih klasifikacija najčešće pominje ona koju je dao Vladimir Kepen (rus. Vladimir Petrovič Këppen). Kepenova klasifikacija se bazira upravo na hidrotermičkoj analizi i najčešće se koristi za

didaktičke potrebe. Prednost Kepenove klasifikacije je u tome što ona jasno definiše granice temperature i padavina prema utvrđenim kategorijama i što koristi odgovarajuću formulu. Klimatska formula ima 3-5 slova, ali se po potrebi, ako specifičnost klime to dozvoljava, broj slova može povećati. Za period 1961-1990. godine, Burić et al. (2014) su utvrdili da Berane imaju klimatsku formulu $Cs''bx''$. U ovom dijelu rada cilj je da se uradi reanaliza klimatske formule za period 1961-2016. godine, jer u uslovima ubrzanih klimatskih promjena postoji vjerovatnoća da se neki element klime Berana promjenio: klimat, tip, podtip ili varijetet.

Prilikom definisanja klimatske formule, prvo se uzima u obzir prosječna temperatura najhladnijeg i najtoplijeg mjeseca u godini. Primjera radi, ako najhladniji mjesec u godini ima prosječnu temperaturu između -3°C i 18°C , onda se koristi oznaka C . Ova oznaka (C) karakteriše umjereno topli klimat. U Beranama je najhladniji mjesec januar, sa prosječnom temperaturom od $-1,2^{\circ}\text{C}$. Drugo slovo se definiše na osnovu režima padavina. Ako se najmanje padavina izlučuje ljeti, a najviše u hladnijem dijelu godine, ali tako da najkišniji zimski mjesec ima minimum tri puta veću količinu padavina od najsušnijeg ljetnjeg mjeseca, koristi se oznaka s . Ako je taj odnos manji od 1:3, koristi se oznaka s'' . U Beranama novembar u prosjeku dobija najveću količinu padavina (110,3 mm), a avgust najmanju (54,6 mm), što znači da je odnos 1:2. Treće slovo u klimatskoj formuli je pokazatelj prosječno najtoplijeg mjeseca u godini. Oznaka b se koristi kada je prosječna temperatura najtoplijeg mjeseca manja od 22°C , ali uz uslov da najmanje 4 mjeseca u godini imaju srednju temperaturu višu od 10°C . U Beranama je prosječno najtopliji mjesec jul ($19,2^{\circ}\text{C}$) i u periodu od maja do septembra svi mjeseci imaju srednju temperaturu višu od 10°C (ukupno 5 mjeseci). Četvrto slovo je pokazatelj režima padavina. Ako je režim padavina takav da se izdvaja po jedan maksimum i minimum padavina, koristi se oznaka x . Ali, ako pored primarnog postoji i sekundarni maksimum padavina, koristi se oznaka x'' . Već je pomenuto da je u Beranama najkišniji mjesec novembar, a zatim se količina padavina smanjuje sve do aprila, tako da april registruje sekundarni maksimum padavina. Uzimajući u obzir prethodne činjenice, možemo zaključiti da je klimatska formula Berana za period 1961-2016. godine, $Cs''bx''$ (slika 5.20).



Slika 5.20. Klimadijagram Berana za period 1961-2016. godine

Dakle, klimatska formula za Berane je ostala ista ona koju je definisao profesor Dragan Burić. Kod grafičkog prikaza, takođe, je primijenjen kriterijum profesora Burića u godišnjem režimu temperature i padavina 1:2, što znači da temperaturi od 0°C odgovara količina padavina od 20 mm. Ukoliko se pri ovakvom odnosu krivulje temperature i padavina sijeku, onda se taj period godine označava kao aridni period (sušni period). Kada se posmatra klimatski period 1961-1990. godine, Berane nije imalo aridni period. Međutim, za period 1961-2016. godine, Berane dobija aridni period koji traje mjesec dana - od sredine jula do sredine avgusta.

Pojava jednomjesečnog aridnog perioda u Beranama tokom ljeta, koga prije nije bilo, posledica je smanjenja padavina i značajnog porasta temperature u ovom godišnjem dobu, naročito u julu i avgustu. Dakle, značajno zagrijavanje tokom ljeta uslovalo je povećanu evapotranspiraciju, koja je bila praćena manjom količinom padavina u odnosu na ranije, što je dovelo do pojave aridnog perioda od sredine jula do sredine avgusta. Bez obzira na to što je klimatska formula Berana ostala nepromijenjena, može se zaključiti, odnosno potvrditi da je klima ovog grada, ipak, postala toplija i ljeti aridnija.

6. ZAKLJUČAK

U kontekstu savremenih klimatskih promjena, ovaj master rad je imao za cilj da analizira hidrotermički režim Berana u periodu 1961-2016. godine. Za potrebe rada korišćeni su klimatski podaci Meteorološke stanice u Beranama. U metodološkom smislu, primijenjeni su provjereni matematičko-statistički metodi: aritmetička sredina i ekstremi, standardizovana odstupanja, klizni 10-to godišnji srednjaci, trend i metod proste diferencije.

Dobijeni rezultati su pokazali da se u Beranama prosječne mjesečne temperature kreću od $-1,2^{\circ}\text{C}$ u januaru do $19,2^{\circ}\text{C}$ u julu. Zime su umjereno hladne do hladne, sa prosječnom temperaturom oko ili malo ispod nultog stepena. Ljeta su prijatno topla, a prosječna temperatura je $18,4^{\circ}\text{C}$. Međutim, zimi temperatura zna da se spusti i do $-28,3^{\circ}\text{C}$ (apsolutni minimum), ali isto tako i ljeti da ima tropski karakter, čak i da pređe 40-podiok Celzijusove, jer apsolutni maksimum registrovan od $40,4^{\circ}\text{C}$. Ovo govori da je u posmatranom 56-to godišnjem periodu (1961-2016) apsolutno kolebanje temperature u Beranama $68,7^{\circ}\text{C}$ i to je jasan pokazatelj jakog uticaja kontinentalnosti na klimu ovog kraja. Standardizovana odstupanja su pokazala da od početka 1990-ih godina dominiraju pozitivne anomalije srednjih mjesečnih temperatura, posebno izražene od aprila do avgusta, odnosno u toplijem dijelu godine. Tome u prilog činjenica da su 10-to godišnji klizni srednjaci za poslednje 2-3 decenije imaju uzlaznu putanju, a u ljetnjim mjesecima ulaze i u opseg kategorije toplo. Da se Berane zagrijavaju, svjedoče i promjene broja dana sa karakterističnim temperaturama, jer je godišnji broj mraznih i ledenih dana u prvoj polovini posmatranog perioda bio iznad prosjeka, a u drugoj polovini ispod prosjeka. Sa druge strane, godišnji broj ljetnjih i tropskih dana je u prvoj polovini posmatranog perioda bio ispod prosjeka, a u drugoj polovini iznad prosjeka. Ova činjenica (smanjenje broja mraznih i ledenih dana, a povećanje broja ljetnjih i tropskih dana), najindikativniji je pokazatelj da je klima Berana postala toplija.

Metodom trenda utvrđeno je da srednjemjesečne, zozonske i godišnje temperature registruju značajan porast. Trend porasta mjesečnih temperatura kreće se u opsegu od $0,13^{\circ}\text{C}$ po dekadi u novembru do čak $0,74^{\circ}\text{C}$ po dekadi u avgustu. Novembar i decembar su jedina dva mjeseca koja pokazuju beznačajan trend porasta srednje temperature. Na godišnjem nivou srednja temperatura raste po stopi od $0,45^{\circ}\text{C}$ po dekadi i ta vrijednost zadovoljava uslove značajnosti na 99,9% nivou povjerenja. Kada su sezone u pitanju, najintenzivnije se zagrijava ljetni period ($0,65^{\circ}\text{C}$ po dekadi).

Prosječne mjesečne sume padavina kreću se u intervalu od 54,6 mm u avgustu do 110,3 mm u novembru. Međugodišnje varijacije suma padavina su izrazite, što je i logično, jer se radi o jednom od najpromjenljivijih klimatskih elemenata. Za period 1961-2016, prosječna godišnja količina padavina u Beranama je 912,7 mm, a od toga se 30,0% izluči u jesen (273,6 mm), a samo 19,7% u ljeto (179,9 mm). U Beranama zna za jedan padavinski dan da padne i do 96 mm vodenog taloga (apsolutni dnevni maksimum), istina vrlo su rijetki dani sa intenzitetom većim od 50 mm. Međugodišnju promjenljivost ovog klimatskog elementa potvrdili su i standardizovana odstupanja, kao i 10-godišnji klizni srednjaci, jer se ni kod jednog mjeseca ne može izdvojiti duži period sa odstupanjima ispod ili iznad klimatske normale. Međutim, oba metoda (standardizovane anomalije i klizni 10-godišnji srednjaci) su pokazala da se sa mjesečnim, sezonskim i godišnjim padavinama u posmatranom periodu ništa zabrinjavajuće ne dešava, odnosno da nema značajnih promjena. U prosječnoj godini, Berane godišnje imaju 126 padavinskih dana, sušnih dana je 262, umjereno kišnih 30 i veoma kišnih samo 12 dana u godini. Analiza je pokazala da se godišnji broj padavinskih dana smanjuje u poslednje 2-3 decenije, dok se sa brojem sušnih, umjereno kišnih i veoma kišnih dana ne dešavaju značajnije promjene. Da se kod količina padavina ne uočavaju zabrinjavajuće promjene, potvrdio je definitivno i metod trenda.

Metodom proste diferencije utvrđeno je da je druga polovina posmatranog perioda (1989-2016) toplija od prvog 28-o godišnjeg perioda (1961-1988), kako na mjesečnom, tako i na sezonskom i godišnjem nivou. Kada su padavine u pitanju, april, maj, septembar i oktobar su sada bogatiji padavinama nego prije, dok je kod ostalih mjeseci suprotno.

Primjenom Keppenovih principa, utvrđeno je da je klimatska formula Berana za period 1961-2016. godine $Cs''bx''$, odnosno da je ostala ista kao za period 1961-1990. Međutim, Berane prije nije imalo aridni period, ali posmatrajući vremensku seriju 1961-2016. godine, ovaj grad dobija aridni period koji traje oko mjesec dana - od sredine jula do sredine avgusta. Pojava jednomjesečnog aridnog perioda u Beranama tokom ljeta, koga prije nije bilo, posledica je smanjenja padavina i značajnog porasta temperature u ovom godišnjem dobu, naročito u julu i avgustu.

Na osnovu svih dobijenih rezultata, može se zaključiti da Berane imaju karakteristike umjereno tople kontinentalne klime i malo modifikovani mediteranski pluviojometrijski režim. Detaljna analiza je pokazala da je klima Berana postala toplija, dok se kod padavina ne uočavaju značajne promjene. Na kraju, treba istaći da se svi klimatski podaci, predloženi u ovom radu, odnose na gradsko područje, koje je smješteno na dnu Beranske kotline. To znači da sa porastom nadmorske visine treba očekivati izvjesne modifikacije klimatskih pokazatelja, u smisli da su npr. temperature

niže, pa viši planinski predeli koji okružuju kotlinu imaju karakteristike i planinske klime u pogledu.

S obzirom na to, master rad je prodao detaljno hidrotermičko stanje u Beranama, dobijeni rezultati mogu poslužiti kao kvalitetna osnova za donosiocima odluka u kreiranju određenih planova i programa razvoja turizma, poljoprivrede, šumarstva, građevinarstva i drugih privrednih grana. Buduća istraživanja trebala bi usmjeriti na analizu ostalih klimatskih elemenata, kao što su vjetar, insolacija, oblačnost, vlažnost vazduha, vazdušni pritisak i drugih. Takođe, buduća istraživanja trebala bi da se bave utvrđivanjem mogućih uzroka klimatskih kolebanja, ne samo u Beranama već i u drugim krajevima Crne Gore. Ograničavajući faktor je taj što na području opštine Berane postoji samo jedna meteorološka stanica, pa su dobijeni rezultati reprezentativni za gradsko područje (niži dio kotline). Zato bi bilo poželjno da nadležna služba instalira nove meteorološke stanice na stranama i po vrhovima Beranske kotline.

7. LITERATURA

1. Bubanja, D. & Golubović, D. (2019). Kulturno-istorijsko nasleđe Gornjeg Polimlja. *Tokovi*, 2, 63-84. <http://centarzakulturuberane.com/wp-content/uploads/2020/01/tokovi-2-2019PQ.pdf>
2. Burić, D., Ducić, V. & Luković, J. (2011). *Kolebanje klime u Crnoj Gori u drugoj polovini XX i početkom XXI vijeka*. Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Podgorica. ISBN 978-86-7215-283-8
3. Burić D., Ivanović R., Milenković M. (2018). Indicator of specificity of climate: the example of Podgorica (Montenegro). *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić", Serbian Academy of Sciences and Arts in Belgrade*, 68(3), 399-403. <https://doi.org/10.2298/IJGI180423009B>
4. Burić, D. & Doderović, M. (2019). Precipitation, humidity and cloudiness in Podgorica (Montenegro) during the period 1951-2018. *Geographica Pannonica*, 23(4), 233-244. <https://doi.org/10.5937/gp23-23582>
5. Burić, D. & Penjišević, I. (2023). Southern Hemisphere temperature trend in association with greenhouse gases, El Niño Southern Oscillation, and Antarctic Oscillation. *IDOJARAS*, 127(1), 23-42. <http://doi.org/10.28974/idojaras.2023.1.2>
6. Burić, D., Ducić, V., & Doderović, M. (2016). Poplave u Crnoj Gori krajem 2010. godine sa osvrtom na kolebanje proticaja Morače. *Glasnik odjeljenja prirodnih nauka, CANU*, 21, 41-64. <https://canupub.me/Docs/2016/088-GI-OPN-21/Glasnik%20OPN%2021%20-%204.%20Dragan%20Buri%C4%87%20et%20al.pdf>
7. Burić, D. (2024). Detected and projected temperature changes in the area of mediterranean Montenegro. *Geographical Journal*, 190, e12580. <https://doi.org/10.1111/geoj.12580>
8. Burić D, Doderović M (2022) Trend of Percentile Climate Indices in Montenegro in the Period 1961–2020. *Sustainability* 14(19):12519. <https://doi.org/10.3390/su141912519>
9. IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf
10. Ionita, M. & Nagavciuc, V. (2021). Changes in drought features at the European level over the last 120 years. *Nat Hazards Earth Syst Sci*, 21(5), 1685–1701. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1685-2021>
11. Karak, B.B. (2023). Models for the long-term variations of solar activity. *Living Rev Sol Phys*, 20, 3. <https://doi.org/10.1007/s41116-023-00037-y>
12. Luković, J., Burić, D., Mihajlović, J. & Pejović, M. (2024). Spatial and temporal variations of aridity-humidity indices in Montenegro. *Theor Appl Climatol*. <https://doi.org/10.1007/s00704-024-04893-y>
13. Luković, J. & Burić, D. (2023). *Klimatske promene*. Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Beograd. ISBN 978-86-6283-147-7
14. Mihajlović, J. Burić, D. Ducić, V. Milenković, M. (2021). Synoptic characteristics of an extreme weather event: The tornadic waterspout in Tivat (Montenegro), on June 9, 2018. *Geographia Polonica* 94 (1), 69-90. <https://doi.org/10.7163/GPol.0194>
15. Paeth, H. & Pollinger, F. (2020). Revisiting the spatiotemporal characteristics of past and future global warming. *ERDKUNDE*, 74(4), 225–247. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2020.04.01>
16. Ray, R. & Khondekar, M.H., Ghosh, K. & Bhattacharjee, A.K. (2019). Complexity and periodicity of daily mean temperature and dew-point across India. *J Earth Syst Sci*, 128, 143. <https://doi.org/10.1007/s12040-019-1174-x>
17. Radojičić, B. (1996). *Geografija Crne Gore - Prirodna osnova*. Unireks, Nikšić. ISBN 86-427-0504-3
18. Radojičić, B. (2005). *Vode Crne Gore*. Filozofski fakultet, Nikšić. ISBN 86-7798-001-6
19. Teng, C.K.M., Gu, S.Y., Qin, Y. & Dou, X. (2021). Impact of Solar Activity on Global Atmospheric Circulation Based on SD-WACCM-X Simulations from 2002 to 2019. *Atmosphere*, 12, 1526. <https://doi.org/10.3390/atmos12111526>
20. Burić, M. (2010). *Atlas Voda Crne Gore, Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Podgorica*. ISBN: 978-86-7215-229-6. <http://canupub.me/346a>