

UNIVERZITET CRNE GORE
FILOZOFSKI FAKULTET-NIKŠIĆ
STUDIJSKI PROGRAM GEOGRAFIJA

Mladen Delić

**DINAMIKA TEMPERATURE I PADAVINA U KOLAŠINU
I VEZA SA SJEVERNOATLANTSKOM OSCILACIJOM**

MASTER RAD

Nikšić, 2022. godina

UNIVERZITET CRNE GORE
FILOZOFSKI FAKULTET-NIKŠIĆ
STUDIJSKI PROGRAM GEOGRAFIJA

**DINAMIKA TEMPERATURE I PADAVINA U KOLAŠINU
I VEZA SA SJEVERNOATLANTSKOM OSCILACIJOM**

MASTER RAD

Mentor: prof. dr Dragan Burić

Kandidat: Mladen Delić

Br. indeksa: 2/20

Nikšić, 2022. Godina

PODACI I INFORMACIJE O STUDENTU

Ime i prezime: Mladen Delić

Datum i mjesto rođenja: 03.05.1998. godine, Podgorica

Naziv završenog osnovnog studijskog programa i godina završetka studija: osnovni akademski studijski program geografija, 2020. godine.

INFORMACIJE O MASTER RADU

Naziv master studija: Master akademski Studijski program geografija

Naslov rada: Dinamika temperature i padavina u Kolašinu i veza sa sjevernoatlantskom oscilacijom (NAO)

Fakultet na kojim je rad odbranjen: Filozofski fakultet-Nikšić

UDK, OCJENA I ODBRANA MASTER RADA

Datum prijave master rada: 26.04.2022. godine

Datum sjednice vijeća na kojoj je prihvaćena tema:

Mentor: prof. dr Dragan Burić

Komisija za ocjenu/odbranu master rada: prof. dr Dragan Burić

prof. dr Miroslav Doderović

dr Dragoslav Banjak

Lektor: Milica Bakrač

Datum odbrane:

Datum promocije:

IZJAVA O AUTORSTVU

Kandidat: Mladen Delić

Na osnovu člana 22. Zakona o akademskom integritetu, ja dolje potpisani

IZJAVLJUJEM

pod punom krivičnom prijavom i materijalnom odgovornošću da je master rad pod nazivom „Dinamika temperature i padavina u Kolašinu i veza sa sjevernoatlantskom oscilacijom“ rezultat sopstvenog istraživačkog rada, da nijesam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica i da je navedeni rad moje originalno djelo.

Nikšić, datum

Potpis studenta:

PREDGOVOR

Klima je jedna od najznačajnijih odrednica za razvoj života na Zemlji. Ona ima veliki uticaj na cjelokupni život i rad čovjeka. Veliki uticaj ima kako na poljoprivredu tako i na industriju, turizam i ostale privredne grane. Sve su to grane privrede od kojih zavisi razvoj društva, ali koje i same zavise od klime. Prijatna klima umjerenog pojasa pokazala se kao najpogodnija za život ljudi, stoga nije neobično što su najrazvijenije države svijeta nalaze upravo u pomenutom klimatskom pojasu.

Prekomjernim korišćenjem prirodnih resursa i bahatim ponašanjem u životnoj sredini, savremena civilizacija je počela da utiče na klimu, te se u poslednje vrijeme čovjek posmatra i kao značajan faktor klimata. Ipak, da li je čovjek glavni uzrok današnjih klimatskih promjena ili su u pitanju varijacije prirodnih faktora, preciznog odgovora još uvijek nema. U svakom slučaju, svjedoci smo da se češće javljaju ekstremne temperature, jake kiše, dugotrajnije suše, poplave, oluje, toplotni talasi i drugi nemili događaji koji ukazuju da se sa današnjom klimom nešto dešava, da se mijenja. Pomenuti i drugi primjeri ekstremnog vremena, kao što su tropski cikloni i tornadski vrtlozi, uništavaju materijalna dobra koja je čovjek godinama stvarao i nerijetko uzrokuju i ljudske žrtve.

Već sada imamo primjera da pojedina mjesta sa prijatnom klimom postaju ugrožena zbog klimatskih promjena. Uslijed klimatskih promjena, nivo mora raste i to predstavlja ozbiljnu prijetnju mnogim primorskim mjestima, kao i ostrva u Okeaniji sa malom nadmorskom visinom. Na području Nepala i u regionu Alpa, ali i u drugim višim planinskim predjelima, zbog topljenja glečera nivo vode u planinskim jezerima raste, a eventualno izlivanje vode iz njihovih basena poplavilo bi nizvodna naselja. Sa druge strane, savremene klimatske promjene u pojedinim djelovima svijeta imaju pozitivan efekat. Primjera radi, zbog surovih klimatskih uslova polarni predjeli su nenaseljeni, a nije bolja situacija ni u subpolarnim krajevima. Ova ogromna prostranstva postaju sve toplija, te se u budućnosti mogu očekivati migratorna kretanja i formiranje stalnih naselja u tim područjima.

Temperatura vazduha (u daljem tekstu temperatura) i pluviometrijski režim (količina i raspodjela padavina u toku godine) su primarni parametri koji određuju tip klime datog mjesta ili područja. Drugim riječima, temperatura i padavine su dva najznačajnija klimatska elementa, pa se razmatranjem njihovih anomalija u odnosu na tzv. normalne klimatske uslove utvrđuje veličina i značaj savremenih klimatskih promjena. Brojni su faktori koji utiču na klimu nekog mjesta, kao što su: geografska širina od koje zavisi intenzitet Sunčeve radijacije, udaljenost od mora, nadmorska visina i diseciranost reljefa, djelatnosti čovjeka itd. Jedan od najznačajnijih meteoroloških faktora koji utiče na vrijeme i klimu je oscilacija vazdušnih masa (atmosferska oscilacija). U kontekstu savremenih

klimatskih promjena, sve se više razmatra i uticaj atmosferskih oscilacija, jer novija istraživanja pokazuju da se varijacije vazdušnih masa dešavaju u određenim ciklusima, kraćim i dužim. Kada je u pitanju naša država, najveći uticaj na vrijeme i klimu imaju vazdušne mase koje dolaze sa Atlantika, putem zapadnih vjetrova, cirkulacije vazduha u sistemu Islandske depresije i Azorskog anticiklona. Jedna od vazdušnih masa sa Atlantika poznata je kao Sjevernoatlantska oscilacija (eng.: North Atlantic Oscillation - NAO).

Shodno prethodno napisanom, na primjeru podataka za Kolašin u ovom master radu razmatraće se dinamika promjena temperature i padavina u 60-godišnjem periodu (1961-2020) i ispitaće se veza kolebanja ta dva najznačajnija klimatska elementa sa varijacijom Sjevernoatlantske oscilacije (u daljem tekstu NAO). Svi proračuni su urađeni na sezonskom i godišnjem nivou. Izabran je Kolašin, jer je u pitanju planinski grad, odnosno kraj sa dobrim potencijalom za sveukupni razvoj. Naime, klima se može posmatrati kao prirodni resurs, te taj potencijal ovo naselje može da koristi u svom razvoju, a prije svega u turističke i poljoprivredne svrhe. Kroz analizu nekoliko parametara temperature i padavina, te utvrđivanjem anomalija i izračunavanjem trenda, vidjeće se osnovna razvojna tendencija ova dva klimatska elementa, što će biti od značaja za donosioce odluka i preduzimanja određenih mjera za ovaj planinski kraj, generalno. Takođe, cilj je da se ispita uticaj NAO na temperaturu i padavine, odnosno utvrdi da li postoji statistička značajnost, i u kojem dijelu godine je ta veza najjača. Dakle, istraživanje predočeno u master radu, pored fundamentalne osnove imaće i aplikativni karakter, odnosno rezultati istraživanja mogu se primijeniti u nauci, struci, turizmu, poljoprivredi, vodoprivredi, saobraćaju i drugim oblastima koje su od značaja za opštinu Kolašin.

SAŽETAK

Globalno zagrijavanje i savremene klimatske promjene su aktuelna tema u naučnom i javnom mnjenju. Većina smatra da je čovjek glavni krivac, odnosno da je pretjeranim korišćenjem prirodnih resursa, prije svega sagorijevanjem fosilnih goriva, pojačao efekat staklene bašte i time doprinio porastu globalne temperature. Drugi ističu da klimatske promjene nijesu novina i da su se dešavale u prošlosti pod uticajem prirodnih faktora. Vazdušne mase spadaju u red dominantnih prirodnih faktora koji utiču na vrijeme i klimu odnosno na temperaturu, padavine i druge klimatske elemente. Kada je naša država u pitanju, najveći uticaj na vrijeme i klimu imaju vazdušne mase koje dolaze sa Atlantika, u sklopu zapadnih vjetrova, Islandske depresije i Azorskog anticiklona.

Na primjeru podataka za opštinu Kolašin, u ovom master radu dati su rezultati istraživanja dinamike promjena temperature i padavina u 60-godišnjem periodu (1961-2020) i povezanosti ova dva najznačajnija klimatska elementa sa varijacijom Sjevernoatlantske oscilacije (NAO). Proračuni trenda, standardizovanih anomalija, 10-godišnjih kliznih srednjaka i diferencija, pokazali su da Kolašin postaje topliji, što je u skladu sa globalnim klimatskim promjenama. U periodu 1961-2020 godine, najintenzivnije se zagrijavaju ljetnji mjeseci, dok je trend porasta temperature najmanji tokom zime i jeseni, odnosno u hladnijem dijelu godine. Rezultati istraživanja su pokazali da se sa mjesečnim, sezonskim i godišnjim sumama padavina ništa zabrinjavajuće ne dešava. Uticaj Sjevernoatlantske oscilacije postoji, ali je različitog intenziteta tokom godine. NAO ima značajan uticaj zimi na padavine, a ljeti na temperaturu.

Ključne riječi: Klimatske promjene, temperatura, padavine, Sjevernoatlantska oscilacija, Kolašin.

ABSTRACT

Global warming and contemporary climate change are both being actively discussed in public and scientific circles. Most subscribe to the idea that man is the chief culprit behind these issues as his excessive use of natural resources has greatly contributed to the rise of global temperatures. Namely, combustion of fossil fuels has been the main factor behind the increase of the greenhouse effect. However, others have pointed out that climate change is not something new as it has also been happening in the past, influenced by natural factors such as air masses. These have been proven to have the capacity to significantly affect the weather, climate, and temperature, precipitation and other climate elements respectively. Regarding our own country, the greatest influence on the weather and climate change comes from the Atlantic air masses as part of western winds, Island depression and Azure anticyclone.

Within this master paper, we will take a look at the data from Kolašin municipality, as a part of the research on the dynamic of changes in rainfall and temperatures over a 60-year period (1961-2020). We will also explore the connection of these two most significant elements along with the variation of Northern Atlantic oscillation. Trend calculations, standard abnormalities and 10-year moving averages and differences have all shown that Kolašin is getting warmer which is in line with global climate change narrative. In the period of 1961-2020, summer months have been the ones to heat up most intensively while the trend of rise in temperature was smallest during the winter and autumn, which are the colder periods of year. The results showed that there are not significant changes when it comes to yearly, monthly and seasonal rainfall. Throughout the year, the Northern Atlantic influence is present but of varying intensity. NAO has significant influence on the rainfall during the winter and on temperatures during the summer.

Key words: Climate change, temperature, precipitation, North Atlantic Oscillation, Kolašin.

SADRŽAJ:

1.UVOD	12
1.1. Hipoteze istraživanja	12
1.2. Predmet istraživanja	13
1.3. Motiv i cilj istraživanja	13
2.PREGLED DOSADAŠNjIH ISTRAŽIVANjA	13
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANjA	16
3.1. Geografski položaj opštine Kolašin	16
3.2. Fizičko-geografske karakteristike opštine Kolašin	17
4. BAZA PODATAKA I METODOLOGIJA	20
5. REZULTATI	22
5.1. DINAMIKA TEMPERATURE	22
5.1.1. Vrijednosti i kolebanje srednjih mjesečnih temperatura	22
5.1.2. Kolebanje i trend srednje prolječne temperature	24
5.1.3. Kolebanje i trend srednje ljetnje temperature	26
5.1.4. Kolebanje i trend srednje jesenje temperature	28
5.1.5. Kolebanje i trend srednje zimske temperature	30
5.1.6. Kolebanje i trend srednje godišnje temperature	32
5.2. DINAMIKA PADAVINA	34
5.2.1. Promjene mjesečnih suma padavina	34
5.2.2. Kolebanje i trend zimskih suma padavina	37
5.2.3 Kolebanje i trend prolećnih suma padavina	39
5.2.4 Kolebanje i trend ljetnjih suma padavina	41
5.2.6 Kolebanje i trend godišnjih suma padavina	45
5.3. DIFERENCIJA DVA KLIMATSKA PERIODA: 1961-1990 i 1991-2020	47
5.3.1. Diferencija temperature	47
5.3.2. Diferencija padavina	48
5.4. UTICAJ SJEVERNOATLANTSKE OSCILACIJE (NAO)	49
5.4.1. Uticaj NAO na temperaturu	50
5.4.2. Uticaj NAO na padavine	53
6. DISKUSIJA I ZAKLjUČAK	55
7.LITERATURA	58

SPISAK SLIKA:

Slika 1. Geografski položaj opštine Kolašin (Autor:Filip Vujović).....	16
Slika 2. Panorama Kolašina zimi i ljeti (https://waytomonte.com/rs/p-2925-kolasin)	17
Slika 3.Prosječne mjesečne temperature i količine padavina u Kolašinu za period 1991-2020	18
Slika 4. . Prosječne mjesečne, najviša i najniža srednja mjesečna temperatura u Kolašinu za period 1961-2020.....	23
Slika 5. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje prolječne temperature u Kolašinu za period 1961-2020	25
Slika 6. Trend srednje prolječne temperature u periodu 1961-2020 godine (***) - značajno na nivou od 99,9%)	26
Slika 7. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje ljetnje temperature u Kolašinu za period 1961-2020	27
Slika 8. Trend srednje ljetnje temperature u periodu 1961-2020 godine (***) - značajno na nivou od 99,9%)	28
Slika 9. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje jesenje temperature u Kolašinu za period 1961-2020	29
Slika 10. Trend srednje ljetnje temperature u periodu 1961-2020 godine (** - značajno na nivou od 99%)	30
Slika 11. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje zimske temperature u Kolašinu za period 1961-2020	31
Slika 12. Trend srednje zimske temperature u periodu 1961-2020 godine (* - značajno na nivou od 95%)	32
Slika 13. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje godišnje temperature u Kolašinu za period 1961-2020	33
Slika 14. Trend srednje godišnje temperature u periodu 1961-2020 godine (***) - značajno na nivou od 99,9%)	34
Slika 15. Prosječne, maksimalne i minimalne mjesečne količine padavina u Kolašinu za period 1961-2020.....	35
Slika 16. Kategorizacija zimskih suma padavina i 10-godišnji klizni sredaci u Kolašinu za period 1961-2020.....	38
Slika 17. Trend zimskih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	39
Slika 18. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci prolećnih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	40
Slika 19. Trend proljećnih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	41
Slika 20. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci ljetnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	42
Slika 21. Trend ljetnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	43
Slika 22. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci jesenjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	44
Slika 23. Trend jesenjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	45
Slika 24. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci godišnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020.....	46

Slika 25. Trend godišnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020	47
Slika 26. Vrijedosti srednje temperature u Kolašinu, NAOslp i NAO500 indeksa za period 1961-2020	52
Slika 27. Sezonske i godišnje sume padavina u Kolašinu, NAOslp i NAO500 indeksa za period 1961-2020.....	54

SPISAK TABELA:

Tabela 1. Klasifikacija odstupanja temperature i padavina prema standardnoj devijaciji (ST-DEV)	21
Tabela 2. Trend srednjih mjesečnih temperatura u periodu 1961-2020 godine.....	24
Tabela 3. Prosječne prolječne temperature vazduha po dekadama	26
Tabela 4. Prosječne ljetnje temperature vazduha po dekadama.....	27
Tabela 5. Prosječne jesenje temperature po dekadama	29
Tabela 6. Prosječne zimske temperature po dekadama.....	31
Tabela 7. Prosječne godišnje temperature po dekadama.....	33
Tabela 8. Trend srednjih mjesečnih temperatura u periodu 1961-2020 godine.....	37
Tabela 9. Prosječne zimske sume padavina po dekadama	38
Tabela 10. Prosječne prolječne sume padavina po dekadama	40
Tabela 11. Prosječne ljetnje sume padavina po dekadama	42
Tabela 12. Prosječne jesenje sume padavina po dekadama	44
Tabela 13. Prosječne godišnje sume padavina po dekadama	46
Tabela 14. Diferencija prosječnih mjesečnih, sezonskih i godišnjih temperatura (°C) između dva klimatska perioda: 1991-2020 i 1961-1990	48
Tabela 15. Diferencija prosječnih mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina (mm) između dva klimatska perioda: 1991-2020 i 1961-1990.....	49
Tabela 16. Matrica korelacije između NAO i godišnjih i sezonskih vrijednosti temperature u Kolašinu za period 1961-2020	51
Tabela 17. Matrica korelacije između NAO i godišnjih i sezonskih suma padavina u Kolašinu za period 1961-2020	53

1.UVOD

U poslednje vrijeme se, kako u nauci, tako i u politici, sve više potencira tema u vezi sa globalnim zagrijavanjem i klimatskim promjenama. Jedna od najindikativnijih posledica savremenih klimatskih promjena je povećanje čestine vremenskih i klimatskih ekstrema. Na jednom dijelu planete javljaju se suše, toplotni talasi sa temperaturama i preko 40°C, požari, dok u istom periodu na drugom dijelu registruju se obilne kiše i katastrofalne poplave. Postoji opšte mišljenje da je globalno zagrijavanje sve izražajnije i da se, u vezi s tim, moraju preduzeti određene mjere kako bi se ublažio njegov uticaj na čovječanstvo. Dakle, svjedoci smo da se sa današnjom klimom nešto dešava, kako na globalnom tako i na regionalnom i lokalnom nivou. Klimatske promjene uglavnom imaju negativan uticaj na život i rad čovjeka i današnje društvo je u obavezi da preduzme sve moguće mjere na zaustavljanju globalnog zagrijavanja.

Ovom tematikom ili bolje reći problematikom bavi se veliki broj naučnika, stručnih nacionalnih i međunarodnih institucija, a u poslednje vrijeme akcent se stavlja i na lokalni nivo. Prateći savremene trendove u naučnim istraživanjima, ovaj master istražuje klimatske promjene upravo na lokalnom nivou, na osnovu podataka o temperaturi i padavinama u Kolašinu za period od 60 godina.

Master rad je podijeljen na 6 poglavlja. Prvo poglavlje odnosi se na uvod u kome je objašnjen cilj, motiv i hipoteza rada. Poglavlje 2 prezentuje pregled nekih dosadašnjih istraživanja u vezi sa savremenim klimatskim promjenama. Treće poglavlje daje osnovne geografske podatke o opštini Kolašin. U četvrtom poglavlju date su informacije o primijenjenim metodima koji su korišćeni u istraživanju. Poglavlje 5 se sastoji od 3 podpoglavlja. Ono je najopširnije, jer se odnosi na rezultate istraživanja. Poslednje šesto poglavlje odnosi se na diskusiju i zaključak rada.

1.1. Hipoteze istraživanja

Polazeći od dva osnovna cilja, a to je da se preko najmanje 10 parametara temperature i padavina, utvrdi veličina i značaj trenda ova dva klimatska elementa u Kolašinu, te ispita njihova povezanost sa NAO, radne hipoteze su sledeće:

- S obzirom na činjenicu da meteorološki elementi imaju prirodnu promjenjivost, sigurno je da promjene temperature i padavina u posmatranom 60-godišnjem periodu postoje. Suštinsko pitanje je da li su te promjene statistički značajne ili ne.

- Postoji opšte mišljenje da se neki temperaturni i padavinski ekstremi češće javljaju. Master rad daće egzaktno odgovor i na to pitanje – da li je trend ekstrema zabrinjavajući?

- Radna pretpostavka je da je dinamika temperature i padavina u Kolašinu jednim dijelom uzrokovana i uticajem Sjevernoatlanske oscilacije. Primarno pitanje je da li NAO ima jači uticaj na temperaturu ili padavine, da li je taj uticaj vezan za pojedina godišnja doba ili postoji tokom cijele godine.

- Period od 60 godina je dovoljno dug da se na bazi matematičko statističke analize mogu izvesti ozbiljni zaključci eventualne promjene klime. Radna pretpostavka je da se klima Kolašina, koja će se razmatrati preko dinamike temperature i padavina, djelimično promijenila, ali da se ne može govoriti o generalnoj promjeni tipa klime ovog naselja.

1.2. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja master rada je kolebanje klime Kolašina u periodu 1961-2020 godine i utvrđivanje uticaja NAO na promjenu temperature i padavina. Svi proračuni biće urađeni na mjesečnom, sezonskom i godišnjem nivou.

1.3. Motiv i cilj istraživanja

Dva su osnovna motiva za odabir master teme. Prvi je aktuelna tematika ili bolje reći problematika – savremene klimatske promjene. Drugi motiv je taj što je Kolašin planinski grad sa dobrim potencijalom za sveukupni razvoj. Naime, klima je jedan od osnovnih prirodnih preduslova za privredni razvoj ovog naselja, prije svega turizma i poljoprivrede. Zato su i dva glavna cilja istraživanja utvrđivanje dinamike promjena temperature i padavina u Kolašinu i uticaj NAO na pomenuta dva klimatska elementa. Svrha je da se dobijeni rezultati mogu primijeniti za praktične probleme u turizmu, poljoprivredi, građevinarstvu itd.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Vrijeme i klima se svrstavaju u osnovne prirodne resurse, jer imaju dominantan uticaj na ekosisteme, ali i razvoj društva uopšte. Iz tog razloga, globalno zagrijavanje i klimatske promjene sve više privlače pažnju kako naučne tako i svekolike javnosti (Burić, 2014). Za potrebe master rada pošlo se od najnovijih stavova Međuvladinog panela za klimatske promjene (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), trenutno najrelevantnije međunarodne naučne institucije kada je u pitanju problematika današnjih (savremenih) klimatskih promjena (IPCC, 2021).

Šta je uzrok porasta globalne temperature i kolebanja klimata u novije vrijeme, čovjek ili neki drugi faktori, definitivnog odgovora još uvijek nema. Dosta je zastupljeno gledište da je globalno zagrijavanje posledica ljudske bahatosti, odnosno povećanja koncentracije gasova sa efektom staklene bašte, prije svega ugljen-dioksida (CO₂). S druge strane, novija istraživanja ukazuju da uzrok rasta globalne temperature nije isključivo posledica antropogenog efekta staklene bašte već da je ono uzrokovano i prirodnim faktorima. Dakle, po mišljenju jednih čovjek je glavni krivac, po mišljenju drugih današnji trend zagrijavanja planete dio je prirodnog ciklusa, odnosno dominacije uticaja prirodnih faktora (Burić i dr. 2011).

U šestom izvještaju međuvladinog panela za promjenu klime (IPCC, 2021) potvrđuje se dominacija ljudskog uticaja na današnju klimu, koja se prevashodno ogleda na prekomjerno sagorijevanje fosilnih goriva i time povećanje koncentracije gasova sa efektom staklene bašte, u prvom redu CO₂. U odnosu na prethodne, ovaj izvještaj sa većim stepenom sigurnosti označava čovjeka kao glavnog krivca porasta globalne temperature i u vezi sa tim brojne su posledice u klimatskom sistemu (češće poplave, suše, oluje, pijavice, trombe, tornada, uragane, obilne padavine, visoke temperature i druge ekstremne događaje).

Danas je atmosfera toplija za oko 1°C stepen u odnosu na predindustrijski nivo (kraj 18. vijeka), a procjene kažu da će granična vrijednost dogovorena pariskim sporazumom (1,50°C) biti prevaziđena već 2040. godine (IPCC, 2021). Generalno, veći dio naučne zajednice smatra da su najindikativnije posledice globalnog zagrijavanja češći i intenzivniji ekstremni vremenski i klimatski događaji, odnosno da postoji ozbiljna klimatska kriza i kako IPCC ističe „crveni alarm“ za današnju civilizaciju. Kao posledica pandemije COVID-19, mnoge ljudske aktivnosti su značajno smanjene tokom 2020. i 2021. godine, ali to nije zaustavilo rast koncentracije CO₂ i globalne temperature (Schmidt, 2021; IPCC, 2021; Geiger et al., 2021). Dalje se ističe da je u prve dvije decenije 21. vijeka (2001-2020) globalna temperatura vazduha viša za 1°C u odnosu na period 1850-1900. Dekada 2011-2020 je najtoplija dekada u instrumentalnom periodu. Takođe se navodi da je ljudski uticaj vrlo vjerovatno glavni pokretač globalnog povlačenja glečera od 1990-ih i smanjenja morskog leda u području Arktika između 1979–1988 i 2010–2019 (smanjenje od oko 40% u septembru i oko 10% u martu). Ljudski uticaj je vjerovatno doprinio smanjenju prolećnog sniježnog pokrivača sjeverne hemisfere od 1950. U pomenutom izvještaju se ističe da je uticaj čovjeka doprinio i topljenju leda Grenlanda (IPCC, 2021).

Međutim, naučno je neprihvatljivo potencirati čovjeka kao glavnog krivca za globalno zagrijavanje. Prirodni faktori takođe utiču na promjenu klime. Iako su u manjini, postoji ne mali broj autora koji ističu da se promjene temperature, padavina i drugih klimatskih elemenata ne mogu pripisati isključivo dominaciji antropogenog efekta staklene bašte, već da je neophodno razmatranje i varijacija i ciklusa prirodnih faktora (Burić, 2010; Ducić et al., 2012; Burić et al., 2018; Tosunoglu et al., 2018; Burić et al., 2019; Burić and Stanojević, 2020; Han and Sun, 2020; Mihajlović et al., 2021). Antropogeni uticaj je postojao i prije i poslije Drugog svjetskog rata, ali globalna temperatura nije rasla u periodu 1946-1975, što znači prevagu uticaja varijabilnosti nekog prirodnog faktora (Burić i dr. 2011). Sa druge strane, globalna temperatura je značajno porasla u periodu 1910-1945, ali to je posledica uticaja varijabilnosti sunčeve radijacije i vulkanskih erupcija (IPCC, 2007). Vrijedno je pomenuti da je tokom oba pomenuta perioda postojao i trend konstantnog rasta koncentracije atmosferskog CO₂ (Burić i dr. 2011). Viša temperatura znači i višak energije u atmosferi, a to znači da su češći vremenski ekstremi posledica rasta globalne temperature, ali moglo bi se zaključiti da još uvijek ne postoji naučni konsenzus na pitanje šta je uzrok porasta temperature (Burić and Stanojević, 2020).

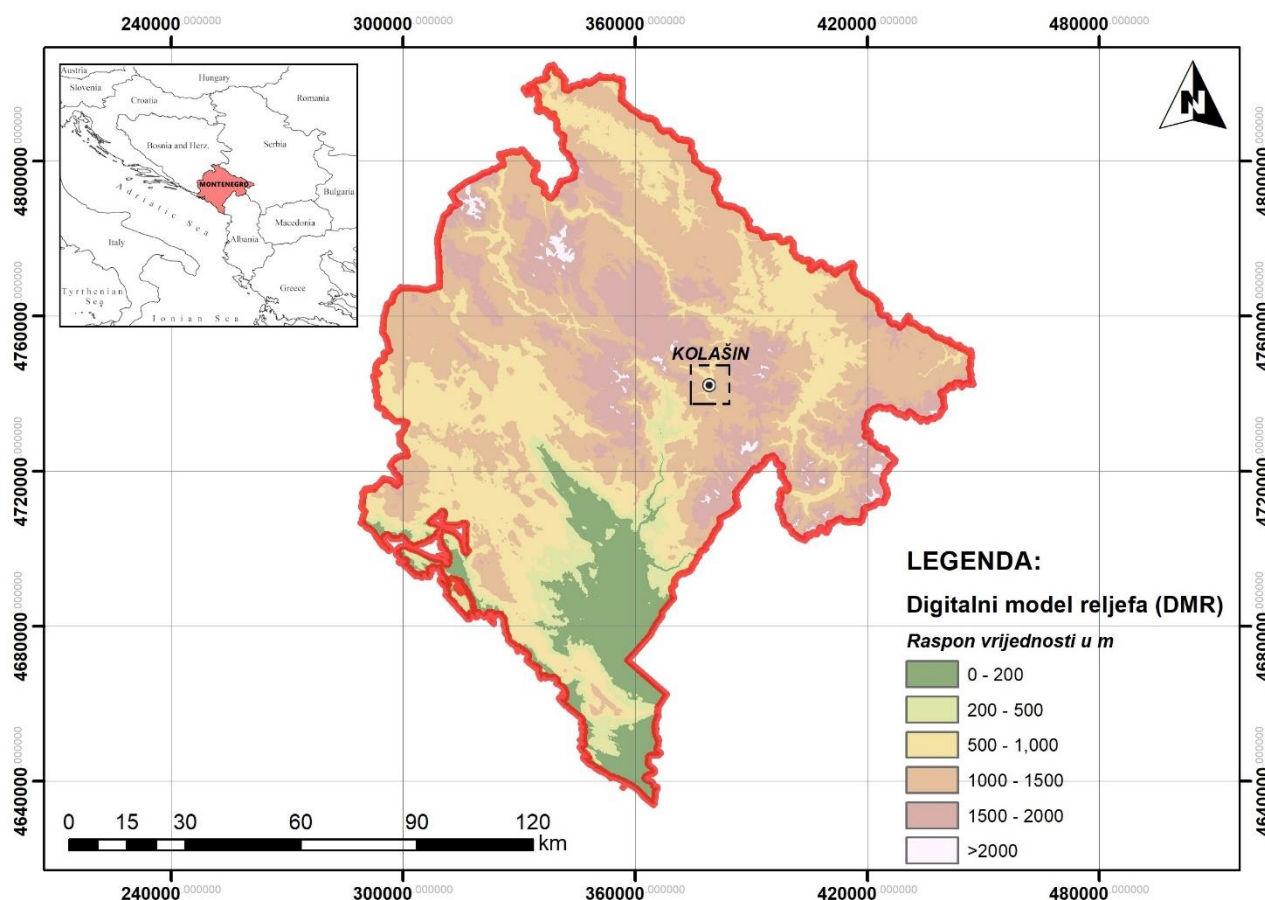
Složenost interakcija u klimatskom sistemu ne može se posmatrati samo na bazi porasta koncentracije atmosferskog CO₂. Neophodna su razmatranja uticaja i prirodnih faktora na današnju klimu, prije svega uticaja varijacija atmosferskih i okeanskih oscilacija (telekonekcija), promjena Sunčeve aktivnosti i moćnih vulkanskih erupcija (Burić, 2014). Kada su telekonekcije u pitanju, najjači uticaj na vrijeme i klimu u većem dijelu Evrope imaju: Sjevernoatlantska oscilacija, Mediteranska oscilacija, Istočnoatlantska oscilacija, Atlantska multidekadna oscilacija i Arktička oscilacija (Hurrell and van Loon, 1997; Osborn et al., 1999; Trigo et al., 2002; Martin-Vide and Lopez-Bustins, 2006).

Atmosfera je jedinstvena i promjene koje se dešavaju u klimatskom sistemu nijesu zaobišle ni Crnu Goru (Burić, 2014). Međutim, istraživačkih radova iz oblasti klimatologije i meteorologije koji se odnose na Crnu Goru, posebno onih koji se bave savremenim klimatskim promjenama, relativno je malo (Burić i dr. 2007; Burić, 2010, 2014; Ducić et al., 2012; Burić i dr., 2011, Burić et al., 2018, 2019, 2020, 2021; Mihajlović et al., 2021). Rezultati predloženi u ovom master radu pokazaće šta se dešava u Kolašinu u periodu 1961-2020, odnosno da li uopšte postoje značajne promjene temperature i padavina na sezonskom i godišnjem nivou, kakve su promjene čestina temperaturnih i padavinskih ekstrema, te da li postoji korelacija anomalija dva pomenuta klimatska elementa sa Sjevernoatlantskom oscilacijom.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

3.1. Geografski položaj opštine Kolašin

Opština Kolašin se nalazi u sjevernoj planinskoj regiji Crne Gore. Površina opštine iznosi 897km², što čini 6,42% površine Crne Gore. Prema popisu iz 2011. godine opština Kolašin ima 8420 stanovnika (IBI – CAU, 2014). Graniči se sa sedam opština: na jugu sa Podgoricom, na jugozapadu sa Danilovgradom, na zapadu sa Nikšićem, na sjeverozapadu sa Šavnikom, na sjeveru sa Mojkovcem, na sjeveroistoku sa Beranama i na istoku sa opštinom Andrijevica (slika 1). Gradsko naselje zauzima središnji dio opštine, smješteno je u Kolašinskoj kotlini i na obali rijeke Tare, a nadmorske visine je oko 960-1000 m, dok vrhovi okolnih planina dostižu visinu i nešto preko 2000 m.



Slika 1. Geografski položaj opštine Kolašin (Autor: Filip Vujović)

Uzimajući u obzir sve komponente, za Kolašin se može istaći da ima povoljan geografski položaj u Crnoj Gori. Posebno je dobra saobraćajno-geografska komponenta, jer kroz ovo naselje prolaze najznačajnije drumske saobraćajnice kroz Crnu Goru i one koje povezuju našu državu sa regionom i Evropom. Naime, saobraćajni pravac predisponiran je dolinama rijeka Morače i Tare. Kroz

opštinu je izgrađena Jadranska magistrala 1965. godine, željeznička pruga Beograd – Bar 1976. godine, a ove godine (2022) biće otvorena prva trasa autoputa Bar-Boljare, odnosno dionica Podgorica – Kolašin (Smokovac - Mateševo).

3.2. Fizičko-geografske karakteristike opštine Kolašin

Priroda opštine Kolašin je vrlo složena, a glavna odlika joj je geološka raznovrsnost i dinamičnost reljefa. U istočnim djelovima opštine, na planinama i u riječnim dolinama javljaju se paleozojske stijene koje često i prate i pojave verfenskih škriljaca. Najveći dio visokih planina izgrađen je od trijaskih i jurskih krečnjaka i dolomita. Reljef opštine Kolašin je dinamičan. To pokazuje i visinska razlika od 170 m u kanjonu Morače, pa do više planinskih vrhova preko 2000 m, na Maganiku, Sinjajevini, Bjelasici. Sam grad se nalazi u Kolašinskoj kotlini (slika 2), koja je duga 7 km a široka 3.5 km (Radojičić, 2008).

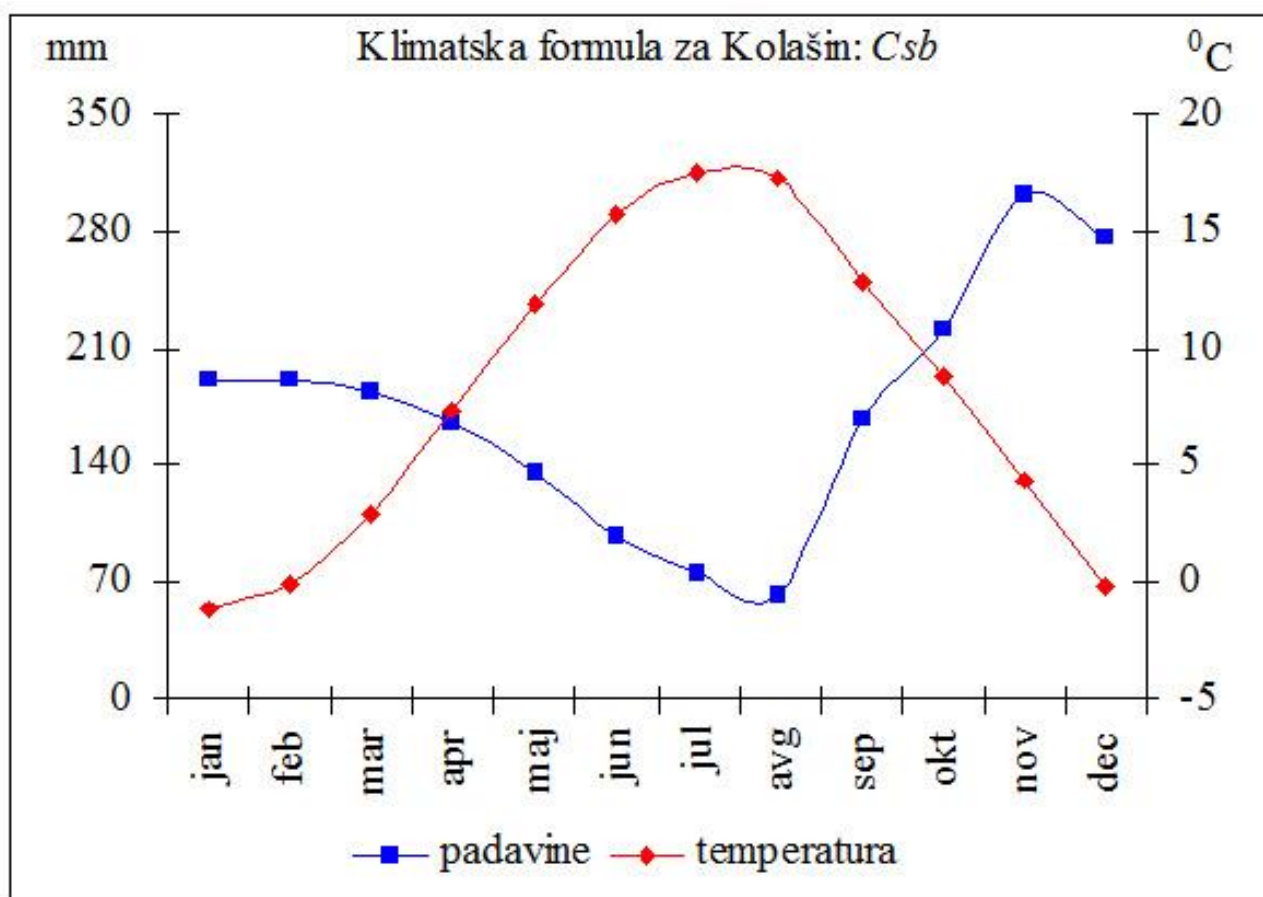


Slika 2. Panorama Kolašina zimi i ljeti (<https://waytomonte.com/rs/p-2925-kolasin>)

Već je pomenuto da se gradsko naselje nalazi na oko 960-1000 m nadmorske visine, a da vrhovi okolnih planina prelaze 2000 m. Ova reljefna diseciranost ima uticaja i na opšti tip klime. Uzimajući u obzir kriterijume koje postavio Kepen (Koppen, 1931), na području Kolašina prepliće se umjereno topli i umjereno hladni klimat. Drugim riječima, niži tereni imaju karakteristike umjereno tople i vlažne klime sa toplim ljetom (C klimat), dok planinska područja iznad 1000 m imaju karakteristike umjereno hladne u vlažne klime (D klimat ili planinski klimat). Na osnovu podataka meteorološke stanice u Kolašinu, koja se nalazi na 944 m, Burić (2011) ističe da Kolašin ima klimatsku formulu csbx”, dok viši planinski predjeli imaju odlike alpske (planinske) klime. Dakle,

gradsko područje Kolašina ima umjereno toplu klimu, a prema podacima poslednjeg klimatskog perioda (1991-2020) prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca (januar) je $-1,2^{\circ}\text{C}$ (oznaka c).

Ljeto je najsuvlje godišnje doba (oznaka s), kada obično padne oko 233 mm kiše, ali je prijatno toplo. Juli je najtopliji mjesec u godini sa prosječnom temperaturom od $17,5^{\circ}\text{C}$ (oznaka b). Najviše padavina izlučuje se tokom jeseni (prosječno 690,0 mm), posebno u novembru (301,2 mm). Osim primarnog maksimuma padavina (novembar), za period 1961-1990. godina Burić (2011) uočava i sekundarni tokom proljeća (april), odnosno dodaje i oznaku x". Međutim, na osnovu podataka poslednjeg standardnog klimatskog perioda (1991-2020), sekundarni maksimum padavina se ne uočava, i to ne samo u proljeće već se ne uočava uopšte tokom godine (slika 3). Na osnovu prethodne analize, klimatska formula Kolašina je *csb* (bez x"). Ovo je prvi pokazatelj koji govori da se kod klime Kolašina uočavaju određene promjene u odnosu na prethodni klimatski period.



Slika 3. Prosječne mjesečne temperature i količine padavina u Kolašinu za period 1991-2020

Kolašinski kraj je bogat raznovrsnim hidrološkim objektima. Dvije najveće rijeke su Tara i Morača. Pritoke rijeke Tare su: Svinjača, Biogradska rijeka, Jezerštica, Skrbuša, Drcka i Plašnica.

Pritoke Morače su: Ibiršnica i Mrtvica, Slatina, Koštajnica i Sjevernica. Takođe, na planinama su prelijepa planinska jezera: Kapetanovo i Manito na Lukavici, Biogradsko, Pešića, Ursulovačka i Šiška jezera na Bjelasici. Pored rijeka i jezera opština je bogata i brojnim čistim izvorima pitke vode.

Biljni i životinjski svijet je veoma raznovrstan. Na teritoriji opštine se nalazi NP Biogradska gora. Površina parka je 5500 ha². Park zahvata prostor oko istoimenog jezera, kao i ostala jezera Bjelasice. U parku se nalazi jedna od posljednje 3 prašume u Evropi sa drvećem koje je staro i po nekoliko stotina godina. Drugo zaštićeno područje nalazi se u selu Dulovina. To je botanička bašta Danijela Vinceka. U njoj se nalazi preko 500 vrsta biljaka. Neke su endemične stoga bašta zaista predstavlja blago Kolašinskog kraja (Radojičić, 2008).

4. BAZA PODATAKA I METODOLOGIJA

Za potrebe rada korišćeni su zvanični podaci Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore, sa meteorološke stanice u Kolašinu koja se nalazi u gradu na 944 m nadmorske visine. Analiziran je period od 1961. do 2020. godine, tj. 60-godišnji niz.

Osim analize i sinteze, istraživanje u okviru navedene teme realizovano je primjenom sledećih metoda:

- MASH metod;
- metod trenda;
- metod standardizovanih anomalija;
- metod kliznih srednjaka;
- metod diferencije;
- metod korelacije.

Relativna homogenost nizova i kompletiranje svih vremenskih serija, urađeno je pomoću MASH metoda, verzija v3.02. Važno je istaći da je bio zanemarljiv procenat nedostajućih podataka – do 1%, zavisno od vremenskih serija. Za prikaz odstupanja od klimatske normale, odnosno kategorizacija članova niza, realizovano je pomoću metoda standardizovanih (normalizovanih) anomalija. Trend je proračunat Senovim metodom, a statistička značajnost tendencije ispitana pomoću Men-Kendalovog testa (u daljem tekstu MK).

Sve pomenute metode preporučuje Svjetska meteorološka organizacija (World Meteorological Organization - WMO) u utvrđivanju promjena temperature i padavina i pominju se gotovo u svim izveštajima WMO i IPCC. Metod kliznih srednjaka je dobar pokazatelj opšteg pravca kretanja dinamike temperature i padavina na dekadnom (10-godišnjem nivou). Metodom proste diferencije cilj je da se utvrde kvantitativne karakteristike klime (temperature i padavina) dva istodobna perioda: 1961-1990 i 1991-2020. Kvantifikovanje povezanosti između pokazatelja NAO i temperaturnih i padavinskih prilika u Kolašinu, urađeno je pomoću korelacione analize, računanjem Pirsonovog koeficijenta korelacije. Značajnost veze, odnosno koeficijenta korelacije, ispitana je pomoću Studentovog testa.

Prema pravilima Svjetske meteorološke organizacije (WMO), klimatske karakteristike nekog mjesta utvrđuju se na osnovu klimatskog perioda koji traje u kontinuitetu najmanje 30 godina. Takvi klimatski periodi nazivaju se standardni, a dva poslednja su 1961-1990 i 1991-2020. Do sada, hidrotermičke anomalije su računane u odnosu na klimatske normale perioda 1961-1990. Prema nedavnoj preporuci WMO, anomalije temperature i padavina treba računati u odnosu na novi standardni klimatski period, a to je 1991-2020. Na osnovu raspoloživih informacija, ovo će biti prvi rad koji će dinamiku temperature i padavina u nekom mjestu na području Crne Gore razmatrati na osnovu poslednjeg standardnog klimatskog perioda (1991-2020) i to će biti osnovni naučni doprinos kada je u pitanju navedena tematika.

Kategorizacija pojedinih godišnjih doba urađena je pomoću standardne devijacije. Sva odstupanja temperature ili padavina koja se kreću u granicama ± 1 standardna devijacija, uzimaju se kao dozvoljena ili normala. Ukoliko se pređe taj opseg onda su takva odstupanja svrstana u neku od kategorija koje su date u tabeli 1.

Tabela 1. Klasifikacija odstupanja temperature i padavina prema standardnoj devijaciji (ST-DEV)

Klasifikacija (ST-DEV)	Karakteristika	
	Temperatura	Padavine
< - 3	Ekstremno hladno	Ekstremno sušno
-2 - -3	Vrlo hladno	Vrlo sušno
-1 - -2	Hladno	Sušno
-1 - 1	Normalno	Normalno
1 - 2	Toplo	Vlažno
2 - 3	Vrlo toplo	Vrlo vlažno
> 3	Ekstremno toplo	Ekstremno vlažno

Proračuni su urađeni na mjesečnom, sezonskom i godišnjem nivou. Treba istaći da se klimatološka godišnja doba razlikuju od kalendarskih. Naime, zima u klimatologiji obuhvata tri cijela mjeseca, a to su decembar prethodne i januar i februar sledeće godine. Proljeće se odnosi na period 1. mart – 31. maj, ljeto na jun, jul i avgust i jesen na septembar, oktobar i novembar.

5. REZULTATI

Rezultati istraživanja biće predočeni u tri dijela: dinamika temperature, dinamika padavina, diferencija dva klimatska perioda i uticaj NAO na temperaturu i padavine. Svaki dio imaće nekoliko podpoglavlja.

5.1. DINAMIKA TEMPERATURE

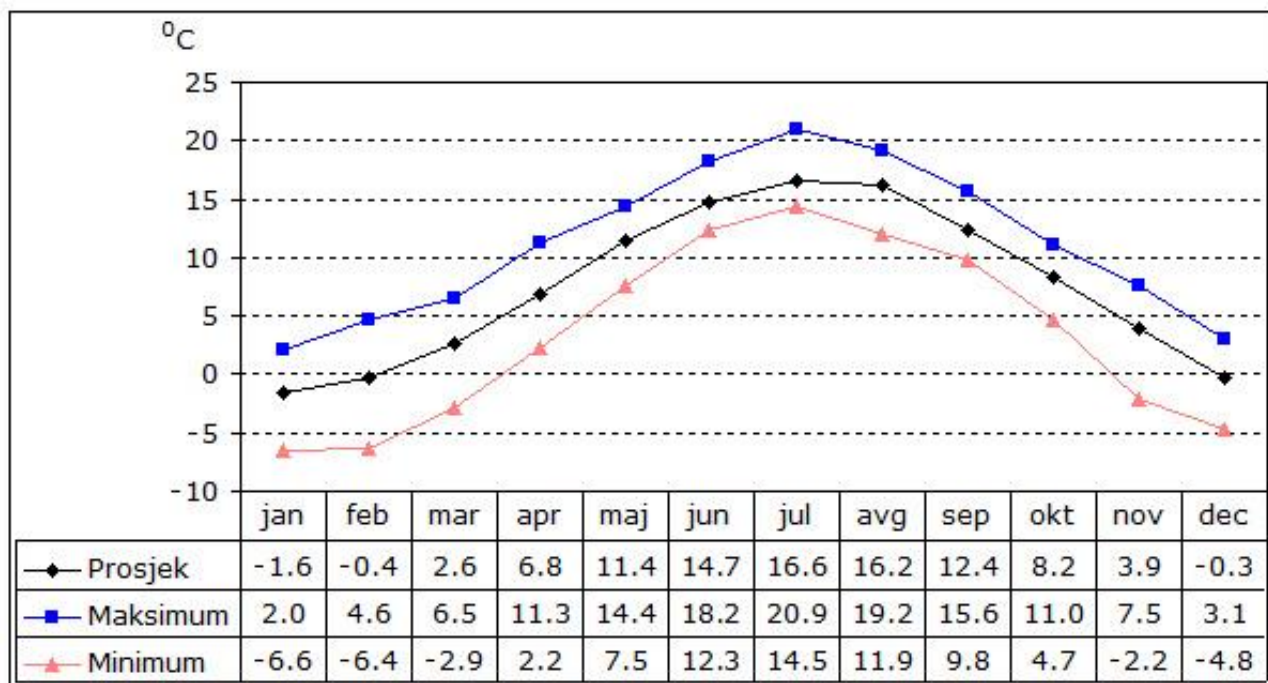
5.1.1. Vrijednosti i kolebanje srednjih mjesečnih temperatura

Pomenuto je da Kolašin ima umjereno toplu klimu. Na osnovu podataka poslednjeg standardnog klimatskog perioda (1991-2020), klimatska formula Kolašina je *csb*. Prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca (januar) je $-1,2^{\circ}\text{C}$ (oznaka *c*). Ljeto je najsuvlje godišnje doba, a jesen najbogatija padavinama, posebno novembar (oznaka *s*), kada obično padne oko 301,2 mm padavina. U nastavku je data detaljnija analiza režima temperature na mjesečnom nivou.

Srednja mjesečna temperatura predstavlja aritmetičku sredinu srednjih dnevnih vrijednosti za dati mjesec. Prosječna mjesečna temperatura predstavlja aritmetičku sredinu srednjih mjesečnih vrijednosti za dati mjesec i određeni vremenski period. Kada posmatramo cio period (1961-2020), prosječno je najhladniji mjesec januar, a najtopliji jul. Prosječna januarska temperatura je $-1,6^{\circ}\text{C}$, a julska $16,6^{\circ}\text{C}$. To znači da je prosječno godišnje kolebanje $18,2^{\circ}\text{C}$.

Inače, srednja januarska temperatura u Kolašinu kreće se od $-6,6^{\circ}\text{C}$ (2017. godine) do $2,0^{\circ}\text{C}$ (2014. godine). I srednja julska temperatura prilično varira – od $14,5^{\circ}\text{C}$ koliko je registrovano 1984. do $20,9^{\circ}\text{C}$ koliko je izmjereno 2012. godine. Najviše koleba srednja februarska temperatura. Naime, februar 1965. godine bio je izuzetno hladan, jer je imao srednju temperaturu od $-6,4^{\circ}\text{C}$, a 2016. godine $4,6^{\circ}\text{C}$, što čini kolebanje od čak $11,0^{\circ}\text{C}$.

Srednje martovske temperature u posmatranom 60-godišnjem periodu kretale su se od $-2,9^{\circ}\text{C}$ do $6,5^{\circ}\text{C}$. Najhladniji mart bio je 1987. godine kada je registrovana minimalna vrijednost. Najtopliji mart bio je 2001. godine sa srednjom temperaturom od $6,5^{\circ}\text{C}$. Vrijednosti sa negativnim predznakom bile su još 1971. i 1996. godine. Godine 2002., 2014. i 2017. imale su vrijednosti preko 5°C . Razlika između maksimalne i minimalne temperature iznosi $9,4^{\circ}\text{C}$. Prosječna martovska temperatura za posmatrani 60-godišnji period iznosi $2,6^{\circ}\text{C}$. U posmatranom periodu april je bio najhladniji 1997. godine ($2,2^{\circ}\text{C}$), a najtopliji 2018. godine ($11,3^{\circ}\text{C}$). Prosjek za mjesec april iznosi $6,8^{\circ}\text{C}$. Na slici 4 date su prosječne vrijednosti i za ostale mjesece.



Slika 4. Prosječne mjesečne, najviša i najniža srednja mjesečna temperatura u Kolašinu za period 1961-2020

Rezultati proračuna trenda i ispitivanja značajnosti se razlikuje. Ipak, za period 1961-2020, svi mjeseci imaju pozitivan trend, što znači da klima Kolašina postaje toplija. Pozitivan trend je beznačajan tokom januara, februara, novembra i decembra. U svim ostalim mjesecima vrijednost trenda je značajna, ali na različitim nivoima prihvatanja hipoteze. Tako je tendencija porasta srednje martovske temperature značajna na 95% nivou, a srednje majske, septembarske i oktobarske na 99% nivou. U aprilu i tokom tri ljetnja mjeseca trend porasta temperature je značajan na statistički najvišem nivou, a to je 99,9%. rezultati na mjesečnom nivou pokazuju da najintenzivnije rastu srednje mjesečne temperature tokom ljeta. Tako u junu pozitivna tendencija iznosi 0,50°C po dekadi, a u julu 0,54°C po dekadi. Najbrže raste srednja temperatura mjeseca avgusta, čak 0,61°C po dekadi (tabela 2).

Tabela 2. Trend srednjih mjesečnih temperatura u periodu 1961-2020 godine

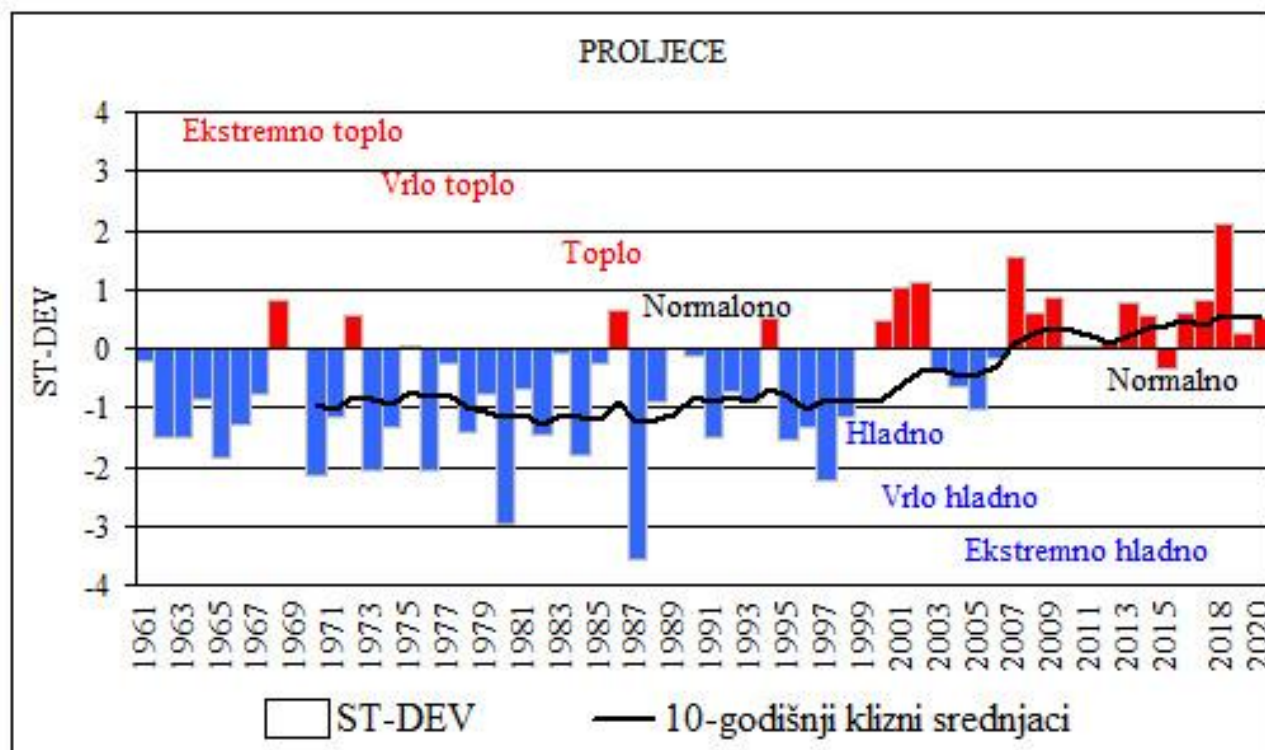
Mjesec	Trend (°C/dekadi)	Značajnost
jan	0.27	
feb	0.26	
mar	0.29	*
apr	0.39	***
maj	0.30	**
jun	0.50	***
jul	0.54	***
avg	0.61	***
sep	0.29	**
okt	0.29	**
nov	0.07	
dec	0.11	
Značajnost: + - 90%, * - 95%, ** - 99% i *** - 99.9%		

5.1.2. Kolebanje i trend srednje prolječne temperature

Srednja prolječna temperatura predstavlja aritmetičku sredinu srednjih mjesečnih vrijednosti perioda mart-maj. Za cio posmatrani period (1961-2020), prosječna prolječna temperatura u Kolašinu iznosi 6.9°C. Najhladnije proljeće u Kolašinu bilo je 1987. godine, sa srednjom temperaturom od 4,0°C. Sa druge strane, najtoplije proljeće u posmatranom 60-godišnjem periodu zabilježeno je 2018. godine kada je srednja temperatura iznosila 9,4°C. To znači da srednja prolječna temperatura u ovom gradu koleba u intervalu od 5,4°C.

Za period 1961-2020 standardna devijacija ili tzv. normalno kolebanje iznosi 1,1°C. Kako je, između ostalog, cilj istraživanja utvrđivanje kvalitativnih i kvantitativnih anomalija, a poštujući preporuku Svjetske meteorološke organizacije, kolebanja su računata u odnosu na poslednji standardni klimatski period, a to je 1991-2020 godine. Standardna devijacija za pomenuti period (1991-2020) iznosi $\pm 0,9^\circ\text{C}$. Dakle, sva odstupanja koja se kreću u granicama ± 1 ST-DEV su dozvoljena kolebanja. Na osnovu metodologije računanja standardizovanih odstupanja, koja uzima u

obzir srednju vrijednost i ST-DEV za pomenuti period, zaključujemo da je 1987. godine proljeće bilo ekstremno hladno, sa odstupanjem od -3,6 ST-DEV. U periodu od 60. godina nije bilo ekstremno toplog proljeća, a registrovano je samo jedno vrlo toplo proljeće, i to 2018. godine sa odstupanjem od 2,1 ST-DEV (slika 5). Ipak, tokom većeg dijela perioda proljeća u Kolašinu bila su u granicama normalnog opsega, sa odstupanjima u granicama ± 1 ST-DEV (ukupno 36 godina ili 60% slučajeva).

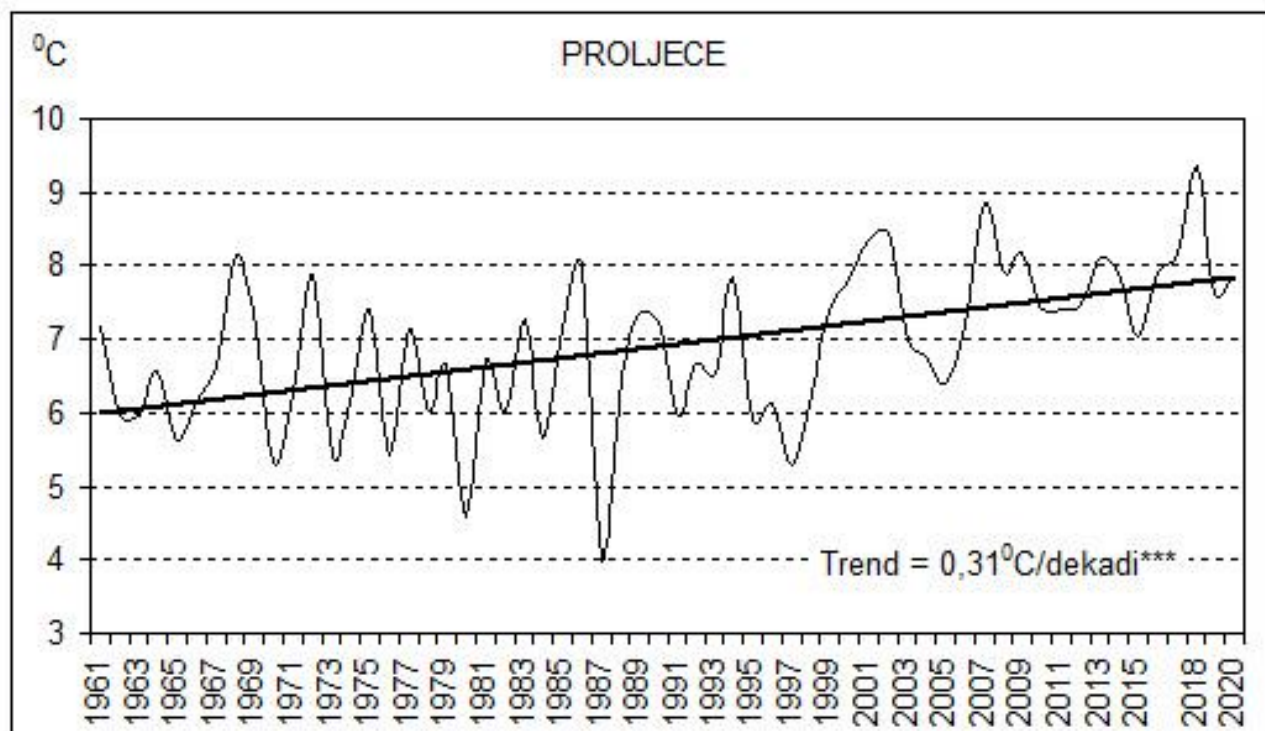


Slika 5. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje prolječne temperature u Kolašinu za period 1961-2020

Klizni srednjaci su dobar pokazatelj opšteg pravca kretanja temperature za period za koji se računaju. U konkretnom slučaju, računati su 10-godišnji klizni srednjaci, kako bi se na dekadnom nivou vidjelo šta se dešava sa temperaturom u Kolašinu. Rezultati pokazuju da se 10-godišnje klizne srednje vrijednosti bitnije ne mijenjaju sve do sredine 1990-ih godina, a nakon toga uočava se tendencija ka toplijim uslovima.

Dakle, klizni 10-godišnji srednjaci ukazuju na toplije uslove tokom prethodne 2-3 decenije, ali najmjerodavniji pokazatelj šta se zaista dešava sa temperaturom je trend. Ovaj pokazatelj je posebno mjerodavan kada je u pitanju dug niz, a vremenska serija koja je obrađena u ovom radu (60 godina) u potpunosti zadovoljava uslove u smislu izvođenja validnih zaključaka. Kada su u pitanju dekadne vrijednosti, najtoplija dekada je poslednja dekada (2011-2020). Najhladnija dekada je dekada

(1971-1980). Razlika između vrijednosti pomenutih dekada iznosi 1,6°C (Tabela 3). Rezultati proračuna trenda pokazuju da srednja prolječna temperatura u Kolašinu raste po stopi od 0,3°C po dekadi. Prema MK testu, pomenuta vrijednost zadovoljava uslove validnosti na 99,9% nivou prihvatanja hipoteze (Slika 6). Drugim riječima, radi se o visokoj statističkoj značajnosti porasta srednje prolječne temperature.



Slika 6. Trend srednje prolječne temperature u periodu 1961-2020 godine (***) - značajno na nivou od 99,9%)

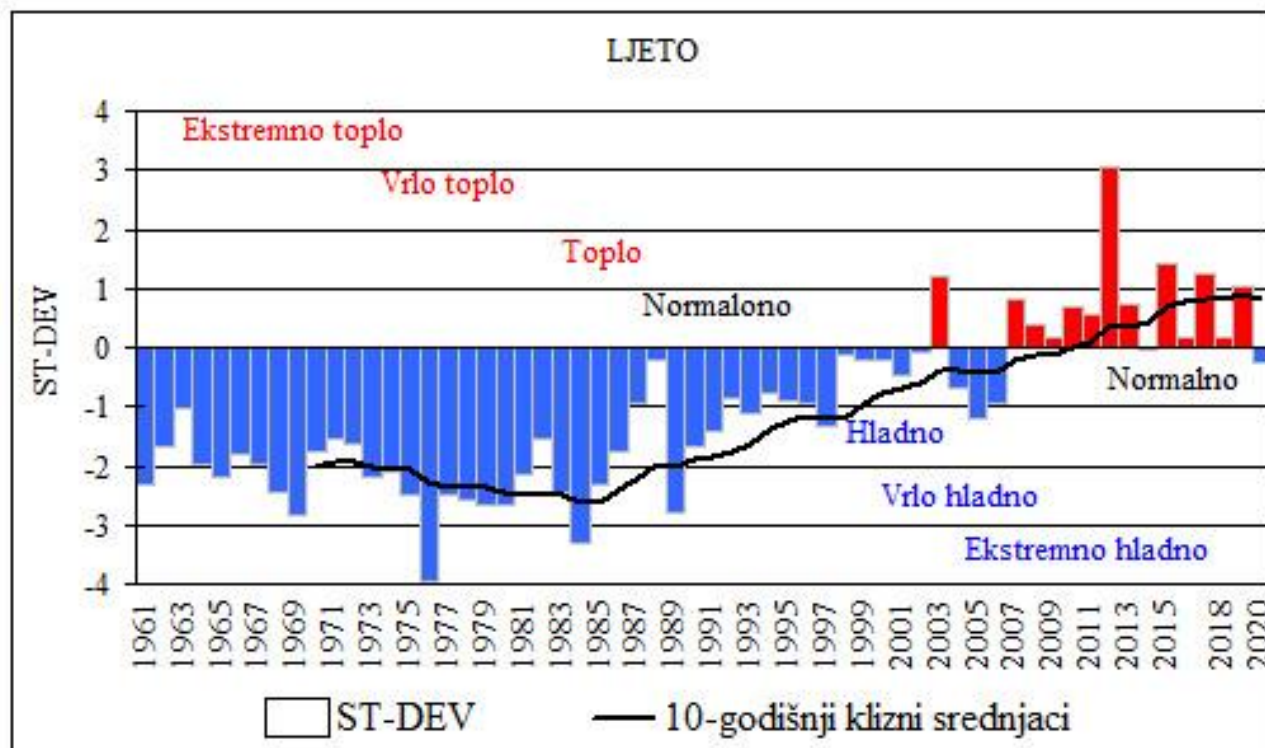
Tabela 3. Prosječne prolječne temperature vazduha po dekadama

Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	6,5°C	6,3°C	6,6°C	6,6°C	7,6°C	7,9°C

5.1.3. Kolebanje i trend srednje ljetnje temperature

Tri ljetnja mjeseca su jun, jul i avgust. Sa prosječnom temperaturom od 15,8°C, Kolašin ima prijatno toplo ljeto. U posmatranom 60-godišnjem periodu, najsvježije ljeto registrovano je 1976. godine, kada je srednja temperatura iznosila 13,3°C. Svježije je bilo i tokom ljeta 1984. godine (13,9°C). Oba ljeta su svrstana u kategoriju ekstremno hladno. Najtoplije ljeto registrovano je 2012. godine,

kada je srednja temperatura iznosila 19,4°C. Sa odstupanjem od 3,1 ST-DEV pomenuto ljeto je ocijenjeno kao ekstremno toplo (slika 7).



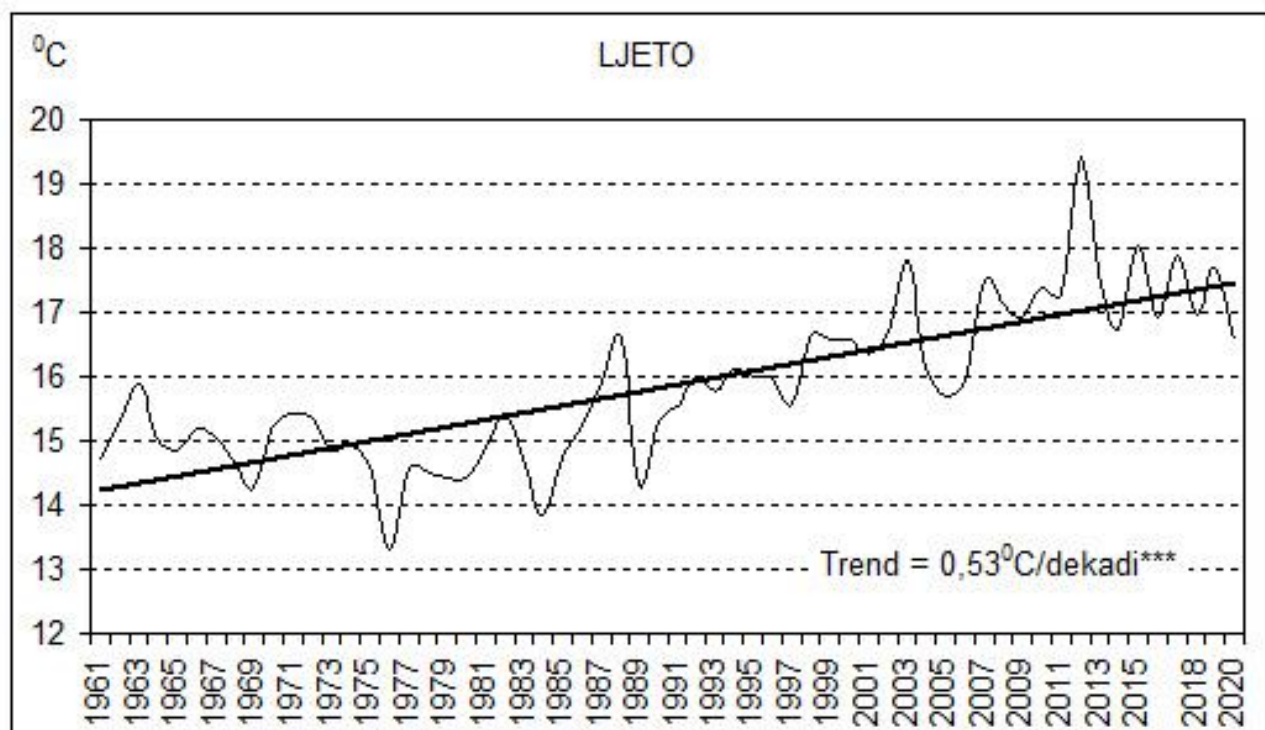
Slika 7. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje ljetnje temperature u Kolašinu za period 1961-2020

Interesantno da su sve do početka 21. vijeka ljeta u Kolašinu bila sa srednjom temperaturom ispod klimatske normale, a nakon toga, odnosno u posljednje dvije dekade, prisutna je apsolutna dominacija pozitivnih odstupanja. Ipak, 10-godišnji klizni srednjaci ukazuju da topliji period počinje od sredine 1980-ih godina, i to prilično intenzivno. Tome u prilog je činjenica da su prve dvije dekade imale najnižu prosječnu temperaturu, 15,0°C i 14,6°C, a svaka sledeća bila je sve toplija. Poslednja dekada je bila toplija od prve dvije za čak 2,5°C odnosno za 2,9°C (Tabela 4).

Tabela 4. Prosječne ljetnje temperature vazduha po dekadama

Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	15,0°C	14,6°C	15,1°C	16,1°C	16,8°C	17,5°C

Kada je u pitanju trend komponenta, zaključujemo da srednja ljetnja temperatura izrazito raste. Stopa trenda iznosi 0,5°C po dekadi. Ta vrijednost je značajna na najvišem nivou prihvatanja hipoteze (Slika 8).

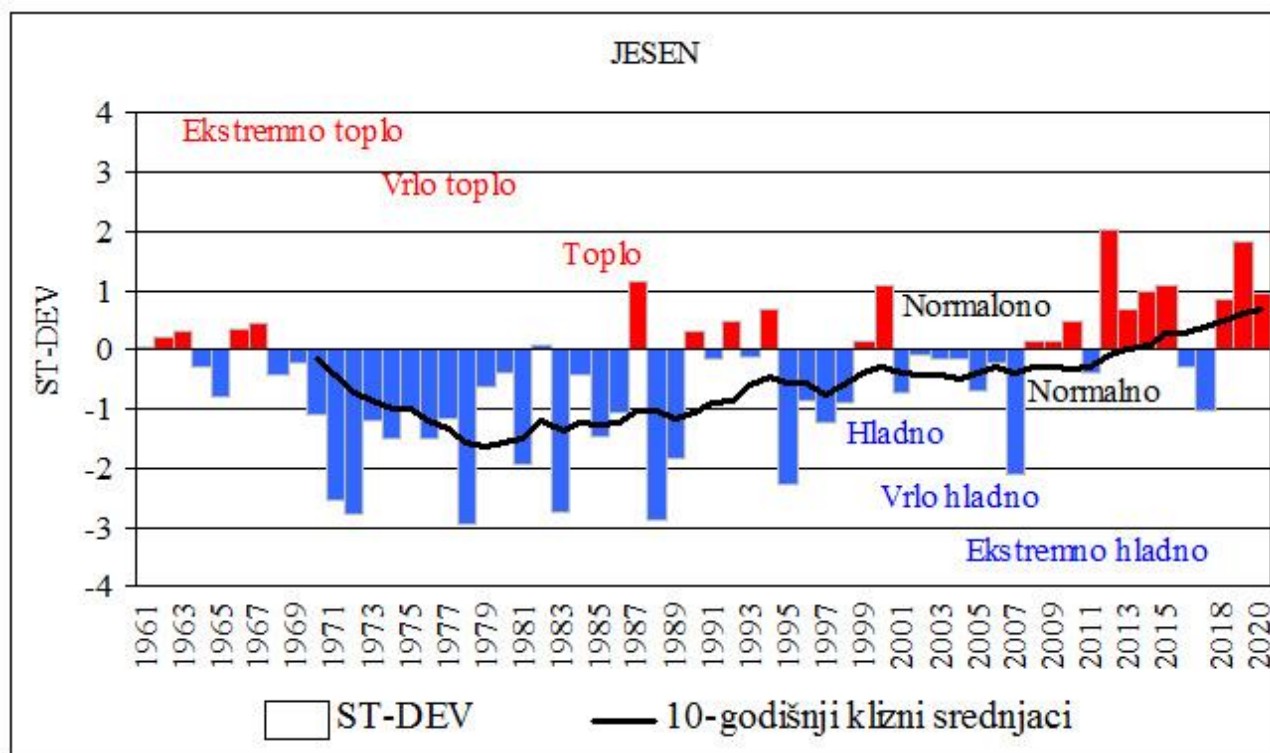


Slika 8. Trend srednje ljetnje temperature u periodu 1961-2020 godine (***) - značajno na nivou od 99,9%)

5.1.4. Kolebanje i trend srednje jesenje temperature

Prosječna temperatura za tri jesenja mjeseca (septembar, oktobar i novembar) iznosi 8,2°C. Dakle, jesen je u prosjeku toplija od proljeća za 1,3°C. Primjera radi, u Podgorici je jesen toplija od proljeća za oko 2°C, što je posledica maritimnog uticaja na klimu (Burić i dr. 2007). Toplija jesen od proljeća ukazuje da se i u Kolašinu osjeća uticaj Jadrana, odnosno Mediterana. U posmatranom 60-godišnjem periodu najtoplija jesen bila je 2012. godine, sa srednjom temperaturom od 10,4°C i ocijenjena je kao vrlo topla. Interesantno da ni jedna jesen nije bila ekstremno topla. Sa druge strane, jeseni 1978. i 1988. godine bile su najsvježije – srednja vrijednost 5,9°C (Slika 9), odnosno vrlo hladne. Klizni 10-godišnji srednjaci ukazuju da i jesenja temperatura pokazuje trend ka toplijim uslovima.

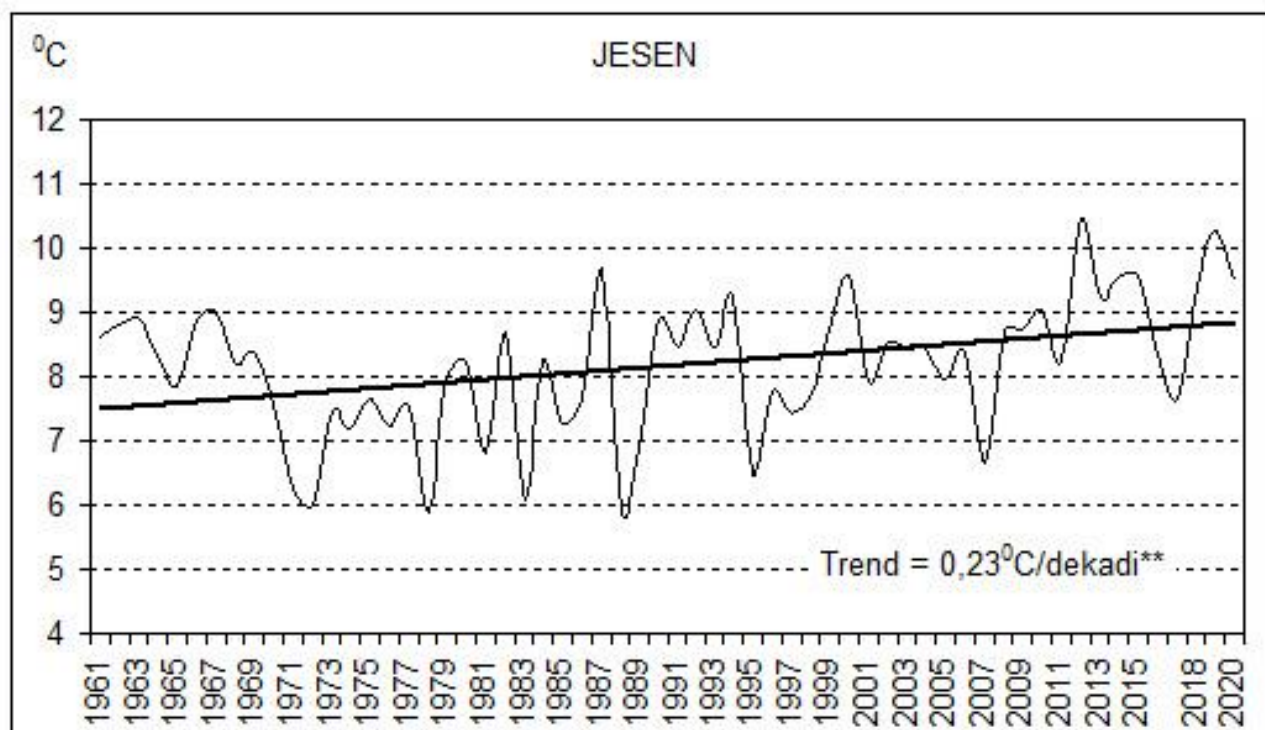
Kada su u pitanju dekadne vrijednosti, najhladnija je bila druga dekada (1971-1980), a najtoplija poslednja (2011-2020). Razlika u srednjoj temperaturi između dvije pomenute dekade iznosi 2,1°C (Tabela 5). I jesenja temperatura raste, ali je pozitivna tendencija od 0,23°C po dekadi značajna na 99% nivou povjerenja (Slika 10).



Slika 9. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje jesenje temperature u Kolašinu za period 1961-2020

Tabela 5. Prosječne jesenje temperature po dekadama

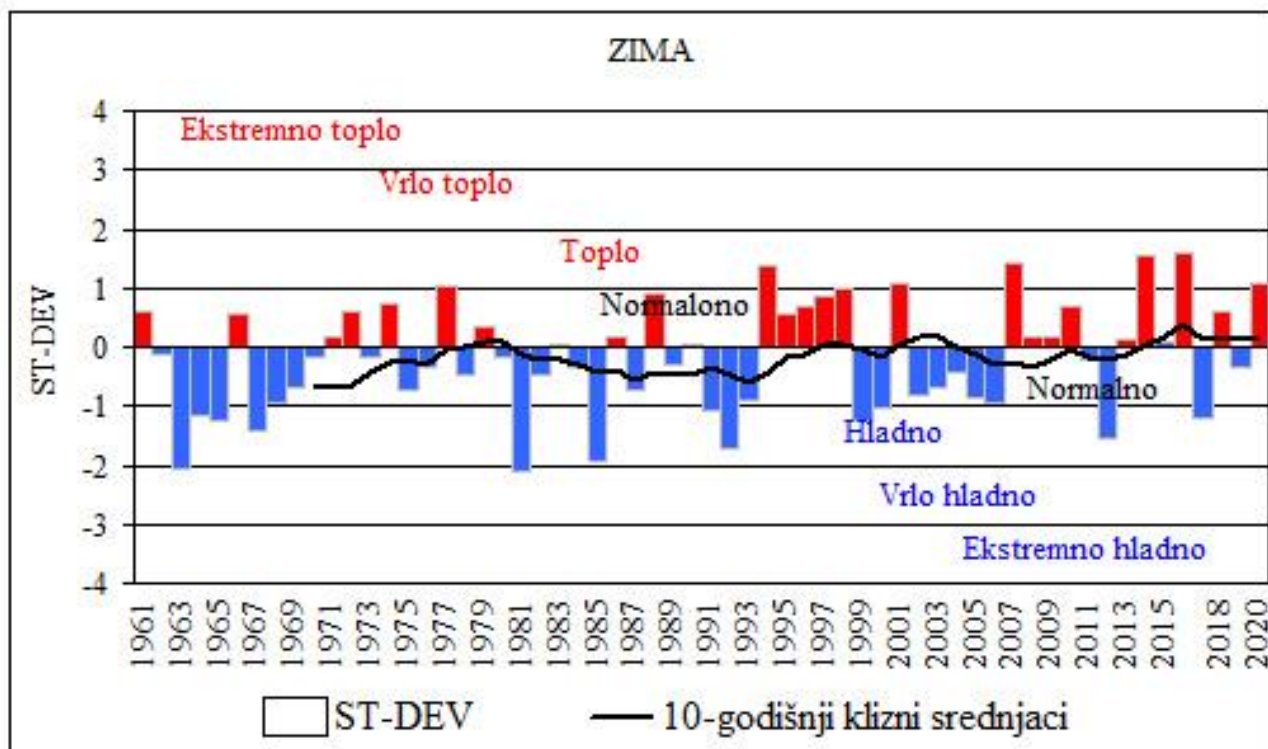
Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	8,5°C	7,1°C	7,6°C	8,3°C	8,3°C	9,2°C



Slika 10. Trend srednje ljetnje temperature u periodu 1961-2020 godine (** - značajno na nivou od 99%)

5.1.5. Kolebanje i trend srednje zimske temperature

Kolašin je zimi hladan, često se temperatura spušta ispod nule. Tako je za period 1961-2020, prosječna temperatura za tri zimska mjeseca (decembar, januar i februar) negativna i iznosi $-0,8^{\circ}\text{C}$. Prema ovom pokazatelju, najhladnije zime bile su 1963. i 1981. godine, $-3,3^{\circ}\text{C}$ i $-3,4^{\circ}\text{C}$. Čak i dvije zime sa najvišom srednjom zimskom temperaturom od $1,6^{\circ}\text{C}$ bile su hladne (2014. i 2016. godine). U periodu od 60 godina nije bilo ekstremno hladnih i ekstremno toplih zima. Dvije pomenute zime 1963. i 1981. godine pripadaju kategoriji vrlo hladnih zima (Slika 11). Vrlo toplih zima nije bilo, dok kategoriji toplo pripada 6 zima (1997., 1994., 1998., 2007., 2014. i 2016. godine). Klizne 10-godišnje vrijednosti pokazuju da srednja temperatura najmanje koleba upravo u ovom godišnjem dobu.



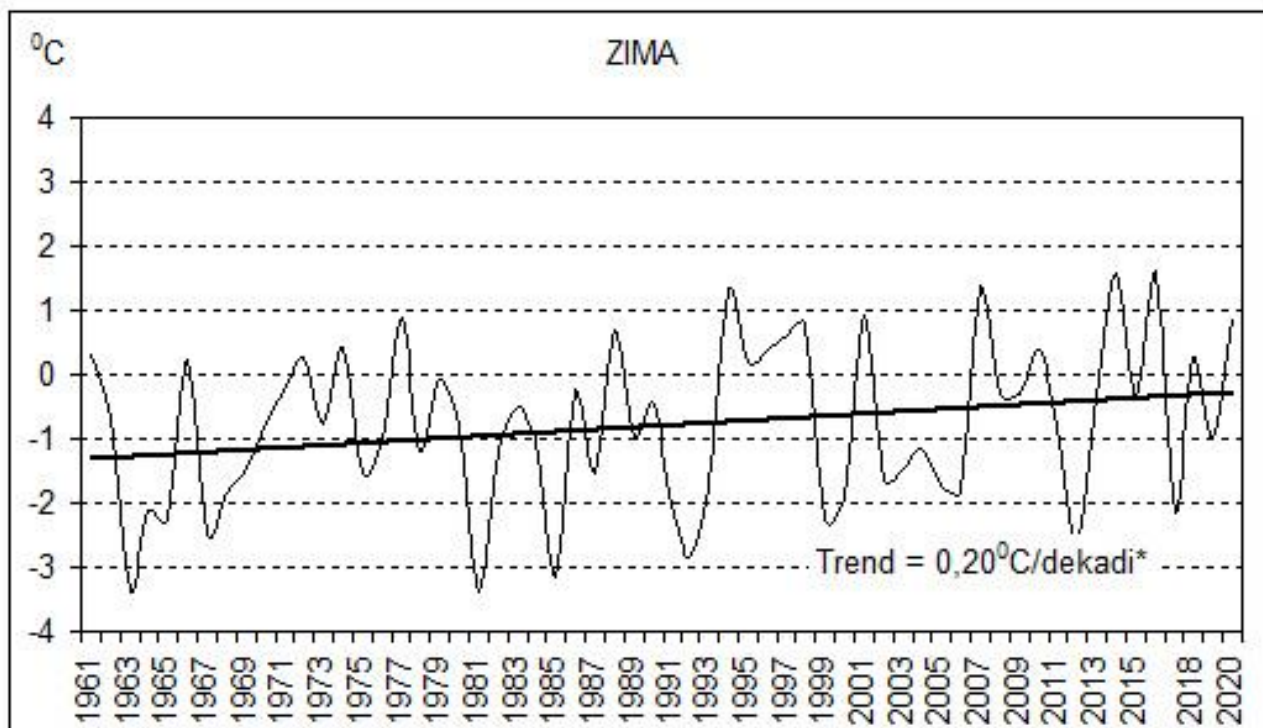
Slika 11. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje zimske temperature u Kolašinu za period 1961-2020

Najhladnija dekada bila je 1961-1970, kada prosječna zimska temperatura iznosi $-1,4^{\circ}\text{C}$. Dekada 2011-2020 ima najveću prosječnu zimsku temperaturu koja iznosi $-0,3^{\circ}\text{C}$. Bez obzira na to što su relativno mala kolebanja, jasno je da i zima u ovom gradu bilježi više temperature u prethodne 2-3 decenije (Tabela 6).

To potvrđuje i vrijednost trenda od $0,2^{\circ}\text{C}$ (Slika 12) i prema MK testu pozitivna tendencija je značajna, ali na nižem nivou prihvatanja hipoteze (90% nivo).

Tabela 6. Prosječne zimske temperature po dekadama

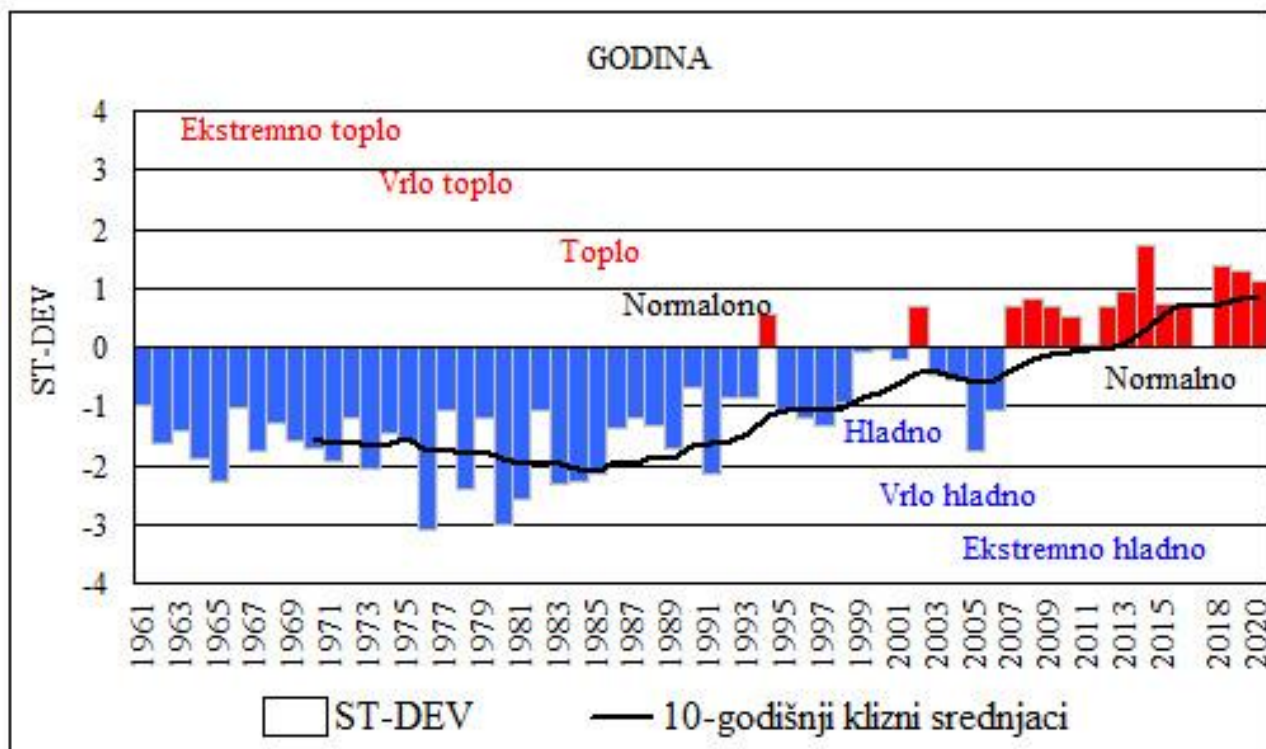
Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	$-1,4^{\circ}\text{C}$	$-0,4^{\circ}\text{C}$	$-1,2^{\circ}\text{C}$	$-0,7^{\circ}\text{C}$	$-0,6^{\circ}\text{C}$	$-0,3^{\circ}\text{C}$



Slika 12. Trend srednje zimske temperature u periodu 1961-2020 godine (* - značajno na nivou od 95%)

5.1.6. Kolebanje i trend srednje godišnje temperature

Da je Kolašin planinsko mjesto pokazuje i prosječna godišnja temperatura, koja iznosi 7,5°C. Primjera radi, Podgorica je malo više nego duplo toplija od Kolašina (oko 15,5°C). U periodu 1961-2020, najhladnije godine bile su 1976. i 1980. sa srednjom temperaturom od 6,2°C. Najtoplija godina bila je 2014. sa srednjom temperaturom od 9,1°C. To znači da srednja godišnja temperatura koleba u intervalu od 2,9°C, dok standardizovano odstupanje iznosi 0,6°C. Prema standardizovanom odstupanju, dvije pomenute godine (1976. i 1980.) kategorisane su kao ekstremno hladne. Ekstremno toplih i vrlo toplih godina nije bilo. Tople su bile 2014. i tri poslednje godine: 2018., 2019. i 2020. godina (Slika 13). Klizni 10-godišnji srednjaci pokazuju da srednja godišnja temperatura raste od početka 1990-ih godina.

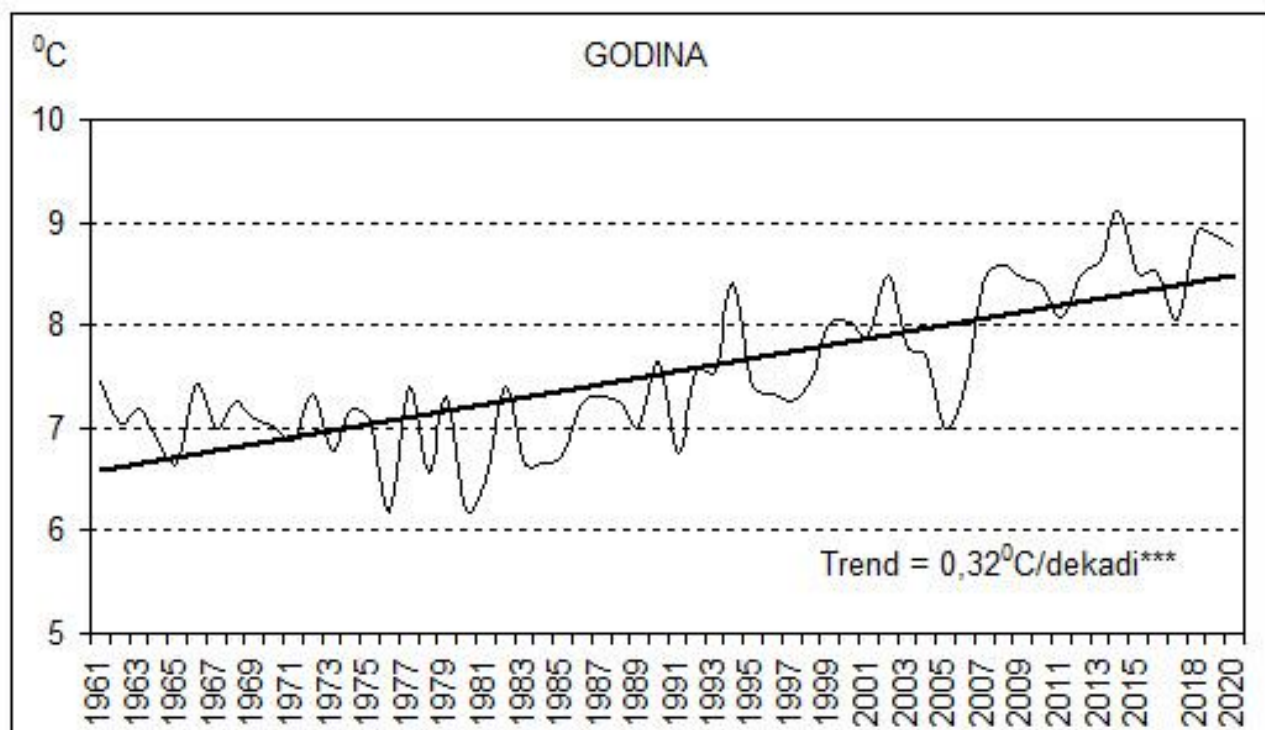


Slika 13. Standardizovana odstupanja i 10-godišnji klizni srednjaci srednje godišnje temperature u Kolašinu za period 1961-2020

Posmatrajući po dekadama, prve tri dekade su imale srednju godišnju temperaturu prilično ujednačenu, od 6,9°C do 7,1°C (Tabela 7). Naredne tri dekade bile su sve toplije, a u skladu sa sezonskim promjenama i na godišnjem nivou najtoplija je poslednja dekada (8,6°C). S obzirom na to da je trend srednjih temperatura godišnjih doba pozitivan, logično da raste i srednja godišnja temperatura. Naime, trend srednje godišnje temperature u periodu 1961-2020 iznosi 0,32°C po dekadi i značajnije na najvišem 99,9% nivou prihvatanja hipoteze (Slika 14).

Tabela 7. Prosječne godišnje temperature po dekadama

Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	7,1°C	6,9°C	7,0°C	7,6°C	8,0°C	8,6°C



Slika 14. Trend srednje godišnje temperature u periodu 1961-2020 godine (*** - značajno na nivou od 99,9%)

5.2. DINAMIKA PADAVINA

Padavine se svrstavaju u red najpromjenljivijih klimatskih elemenata, jer na njihovu čestinu, oblik i količinu utiču brojni faktori. Suma padavina predstavlja količinu od kiše i vodeni ekvivalent od snijega. U nastavku je data detaljna analiza promjene padavina na mjesečnom, sezonskom i godišnjem nivou.

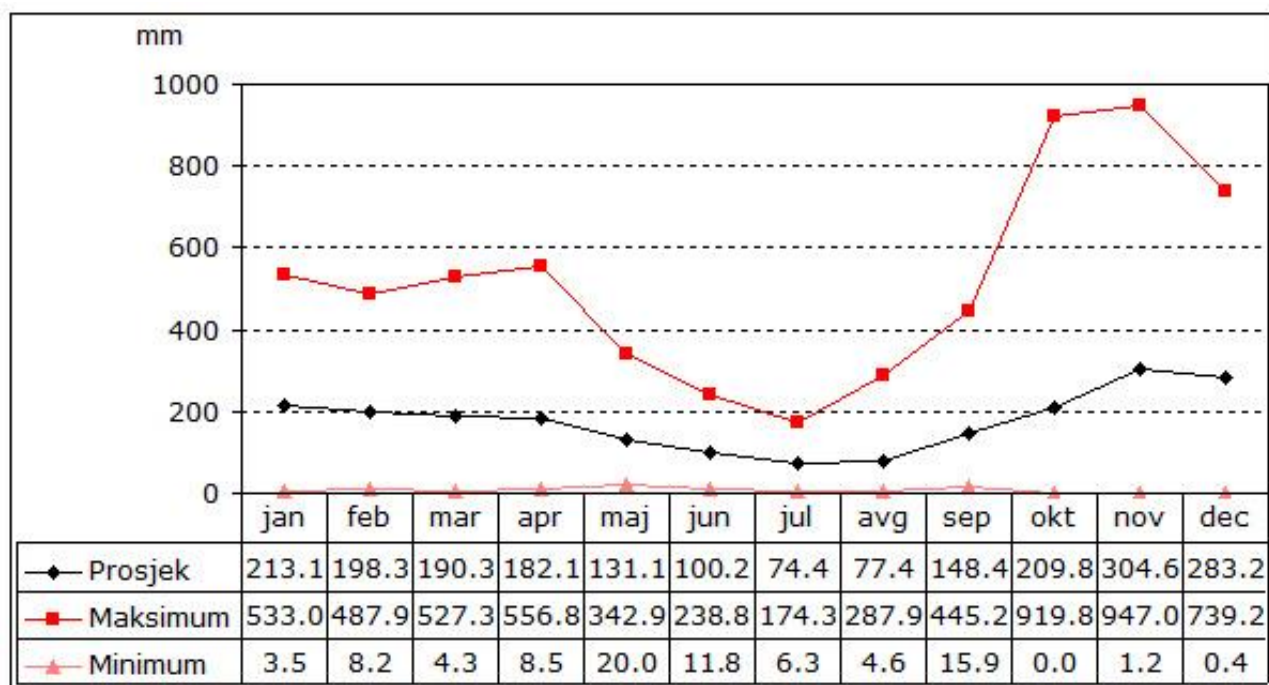
5.2.1. Promjene mjesečnih suma padavina

Pluviometrijski režim u Kolašinu nije uravnotežen, jer postoje velike razlike u prosječnim mjesečnim količinama padavina. Za cio posmatrani period (1961-2020), prosječna godišnja količina padavina od kiše i snijega je 2112,7 mm. Zimi je snijeg redovna pojava, a često pada i u martu. Novembar je mjesec najbogatiji padavinama, prosječno 304,6 mm, a jul najsiromašniji, prosjek 74,4 mm.

Mjesec januar sa najmanjom izlučenom količinom padavina bio je 1989. godine kada se izlučilo svega 3,5 mm. Dok najviše padavina je bilo 1987. godine kada je zabilježen maksimum od 533 mm. Dakle, za samo dvije godine imamo apsolutni maksimum i minimum padavina. Prosjek za ovaj mjesec iznosi 213 mm. Februarska količina padavina u periodu 1961-2020 godine se kretala od

8,7 mm izmjerena 1993. godine do 487 mm izmjerena 1986. godine. Prosječna količina padavina za mjesec februar iznosi 198.3 mm.

Mjesec mart ima prosječnu količinu padavina od 190,3 mm. Maksimum padavina zabilježen je 2018. godine i iznosi 527,3 mm. Minimum padavina za ovaj mjesec zabilježen je 2012. godine kada je izlučeno svega 4,3 mm. Drugi prolječni mjesec, april, u posmatranom 60-godišnjem periodu ima prosječnu količinu padavina koja iznosi 182,1mm. Maksimum padavina zabilježen je 1979. godine kada se izlučilo 556,8 mm. April sa najmanje padavina bio je 2007. godine kada je izlučeno svega 8,7 mm vodenog taloga. Prosječna količina padavina za mjesec maj u posmatranom periodu iznosi 131,1 mm. Najkišovitiji maj bio je 1978. godine kada je izlučeno 342,9 mm vodenog taloga. Maj sa najmanjom količinom padavina bio je 1971. godine i tada je izlučeno svega 20 mm (Slika 15).



Slika 15. Prosječne, maksimalne i minimalne mjesečne količine padavina u Kolašinu za period 1961-2020

Jun ima prosječnu količinu padavina od 100,2 mm. Najkišovitiji jun bio je 1986. godine kada je zabilježen maksimum vodenog taloga od 238,8 mm. Najsušniji jun bio je 2012. godine kada je zabilježen minimum padavina od 11,8 mm. Julska količina padavina u periodu 1961-2020 je varirala od 6,3 mm izmjerena 1987. godine pa do 174,3 mm izmjerena 1967. godine. Prosjek za mjesec jul u posmatranom periodu iznosi 74,4 mm. Prosječna količina padavina za mjesec avgust u Kolašinu iznosi 77,4 mm. Maksimalna količina padavina za ovaj mjesec iznosi 287,9 mm, a izmjerena je 1977.

godine. Avgust sa najmanje padavina bio je 2017. godine kada je izmjereno svega 4,6 mm vodenog taloga.

Septembarske vrijednosti količine padavina u posmatranom 60-godišnjem periodu varirale su od 15,9 mm do 445,2 mm. Minimalna količina padavina zabilježena je 1975. godine, dok maksimalna količina izlučenog vodenog taloga za ovaj mjesec zabilježena je 1996. godine. Prosječna količina padavina iznosi 148,4 mm. Prosječna količina padavina za mjesec oktobar iznosi 209,8 mm. Maksimalna količina padavina za ovaj mjesec izlučila se 1992. godine i iznosi 919,8 mm. Dok sa druge strane oktobar 1969. bio je bez padavina. Novembar je najkišovitiji mjesec u Kolašinu. Prosječna količina padavina za ovaj mjesec iznosi 304,6 mm. U posmatranom periodu najkišovitiji novembar bio je 1985. godine kada je izmjerena najveća količina izlučenog vodenog taloga od 947 mm. Sa druge strane najsušniji novembar bio je 2020. godine kada je palo svega 1,2 mm. Analizirajući količine padavina za poslednji mjesec u godini, uočava se da je decembar sa najvećom izlučenom količinom padavina bio 1981. godine kada je na području opštine Kolašin izlučeno 739 mm. U posmatranom 60-godišnjem periodu, decembar sa najmanjom količinom padavina bio je 2015. godine kada se izlučilo svega 0,4 mm padavina. Prosjek za ovaj mjesec posmatrajući 60-godišnji period iznosi 283 mm.

Dakle, prethodna analiza je pokazala da su padavine ne samo neravnomjerno raspoređene u toku godine, već da postoje velika kolebanja za jedan isti mjesec tokom vremena. U kontekstu savremenih klimatskih promjena, postoji opšte mišljenje da područje Balkanskog poluostrva i regija Mediterana postaju sve sušniji. Svakako, najmjerodavniji pokazatelj da se aridizacija zaista dešava je trend komponenta. S obzirom na to da su padavine jedan od najpromjenljivijih klimatskih elemenata, potpuno je normalno da postoji tendencija u jednom ili drugom smjeru, ali je bitno da li je eventualni rast ili pad količine padavina značajan ili ne. Zato su u nastavku dati rezultati trenda i njegove značajnosti za svaki mjesec posebno.

I ovom slučaju postoji različitost, jer je trend u pojedinim mjesecima negativan, a u pojedinim pozitivan. U periodu 1961-2020 godine, januarske sume padavina se smanjuju po stopi trenda od 6,5 mm po dekadi, ali su te promjene beznačajne. U februaru se, pak, sume padavina povećavaju po trendu od 3,1 mm po dekadi, ali je i ta promjena beznačajna. Beznačajne promjene uočavaju se i kod ostalih mjeseci. Jedini mjesec koji bilježi značajne promjene je april, i to smanjenje od 13 mm po dekadi, ali je u pitanju najniži nivo značajnosti od 90% (Tabela 8).

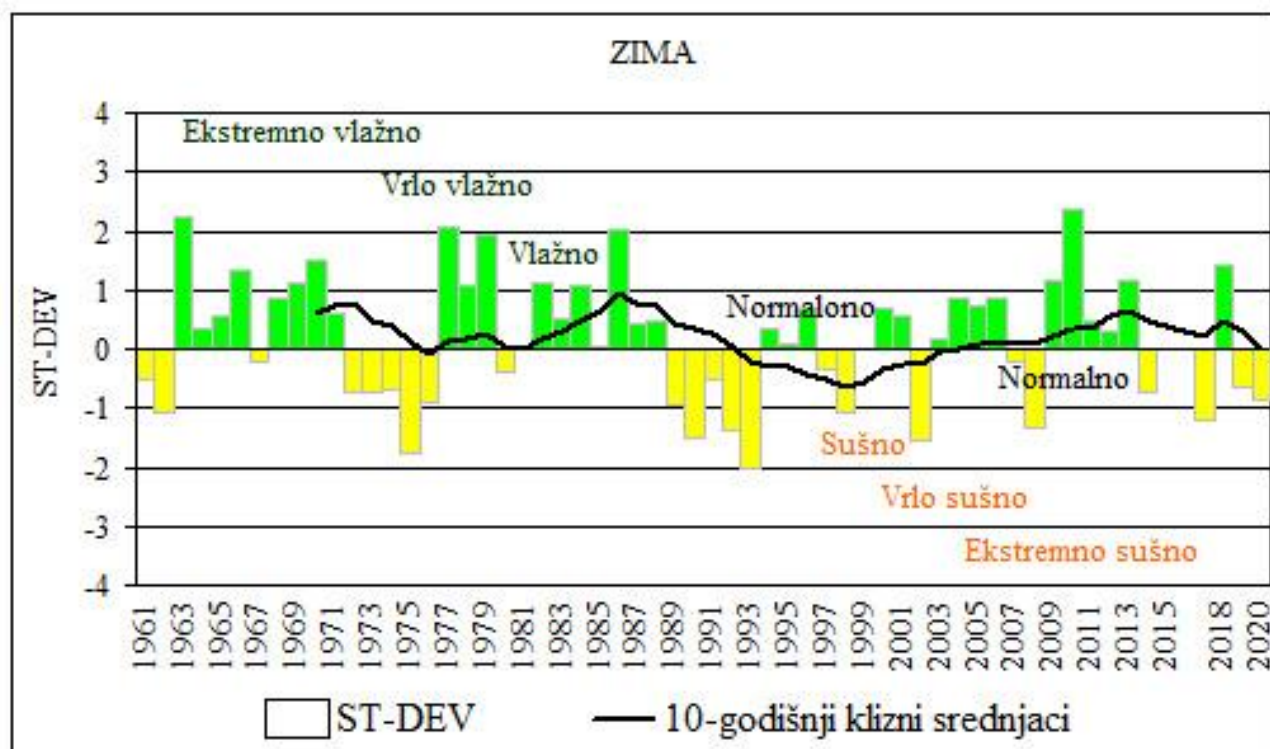
Tabela 8. Trend srednjih mjesečnih temperatura u periodu 1961-2020 godine

Mjesec	Trend (mm/dekadi)	Značajnost
jan	-6.5	
feb	3.1	
mar	-4.3	
apr	-13.0	+
maj	3.0	
jun	-0.8	
jul	-1.9	
avg	-5.7	
sep	5.2	
okt	5.3	
nov	-7.3	
dec	-14.5	
Značajnost: + - 90%, * - 95%, ** - 99% i *** - 99.9%		

5.2.2. Kolebanje i trend zimskih suma padavina

Tokom tri zimska mjeseca (decembar, januar i februar) Kolašin u prosjeku dobija 692,4 mm količine vode od padavina (kiše i snijega). Na osnovu standardne devijacije i meteorološke normale za poslednji klimatski period (1991-2020), urađena je kategorizacija padavina za posmatrani 60-godišnji period. Tokom 37 godina ili u 61,7% slučajeva zimske sume padavina bile su u granicama normalnog odstupanja (± 1 ST-DEV). U 13,3% slučajeva (8 godina) zime su Kolašinu bile sušne. Zima 1993. godine, tokom koje je palo svega 127,4 mm padavina, bila je vrlo sušna, ali na granici pomenute klase (Slika 16). Tokom 10 godina zime u Kolašinu bile su vlažne, sa odstupanjima između 1-2 ST-DEV.

Kategoriji vrlo vlažno pripadaju 4 zime, a svakako najvlažnija bila je zima 2010. godine, kada je u Kolašinu izmjerena visina vodenog taloga od 1255,8 mm. Dakle, činjenica da je zima 2010. bila skoro 10 puta bogatija padavinama od zime 1993. godine, govori o izraženoj neravnomjernosti padavina u ovom godišnjem dobu.



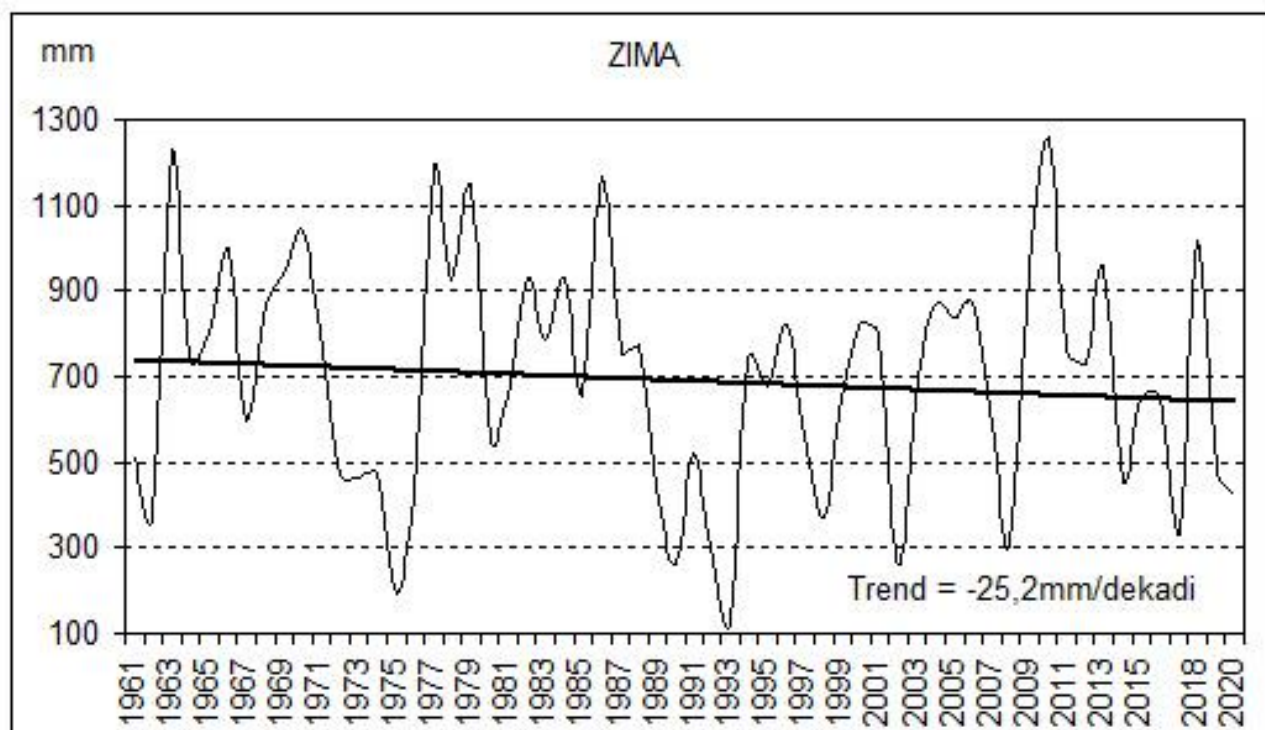
Slika 16. Kategorizacija zimskih suma padavina i 10-godišnji klizni sredaci u Kolašinu za period 1961-2020

Posmatrajući 10-godišnje klizne srednjake, može se reći da ne postoji tendencija u jednom ili drugom pravcu. Prije bi se mogao izvesti zaključak o određenoj periodičnosti, jer se jasno uočava cikličnost u kojima padavine rastu, a zatim se smanjuju. To čak pokazuju i prosječne vrijednosti računane po dekadama. Naime, prosječna suma za prvu dekadu (1961-1970) iznosi 808,5 mm. U drugoj dekadi (1971-1980) je manja prosječna zimska suma padavina, a u trećoj (1981-1990) ponovo raste. U četvrtoj dekadi (1991-2000) ponovo imamo pad, i to je dekada sa najmanjom sumom padavina (prosjek 559,6 mm). Nakon toga ponovo imamo rast (2001-2010), pa zatim pad (2011-2020) prosječne količine padavina (Tabela 9).

Tabela 9. Prosječne zimske sume padavina po dekadama

Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	808,5 mm	662,8 mm	733,5 mm	559,6 mm	743,8 mm	646 mm

Ipak, zimske sume padavina pokazuju tendenciju smanjenja, i to po stopi od 25,2 mm po dekadi (Slika 17). Ova vrijednost je statistički beznačajna, te se može zaključiti da se sa zimskim sumama padavina u Kolašinu ništa zabrinjavajuće ne dešava.

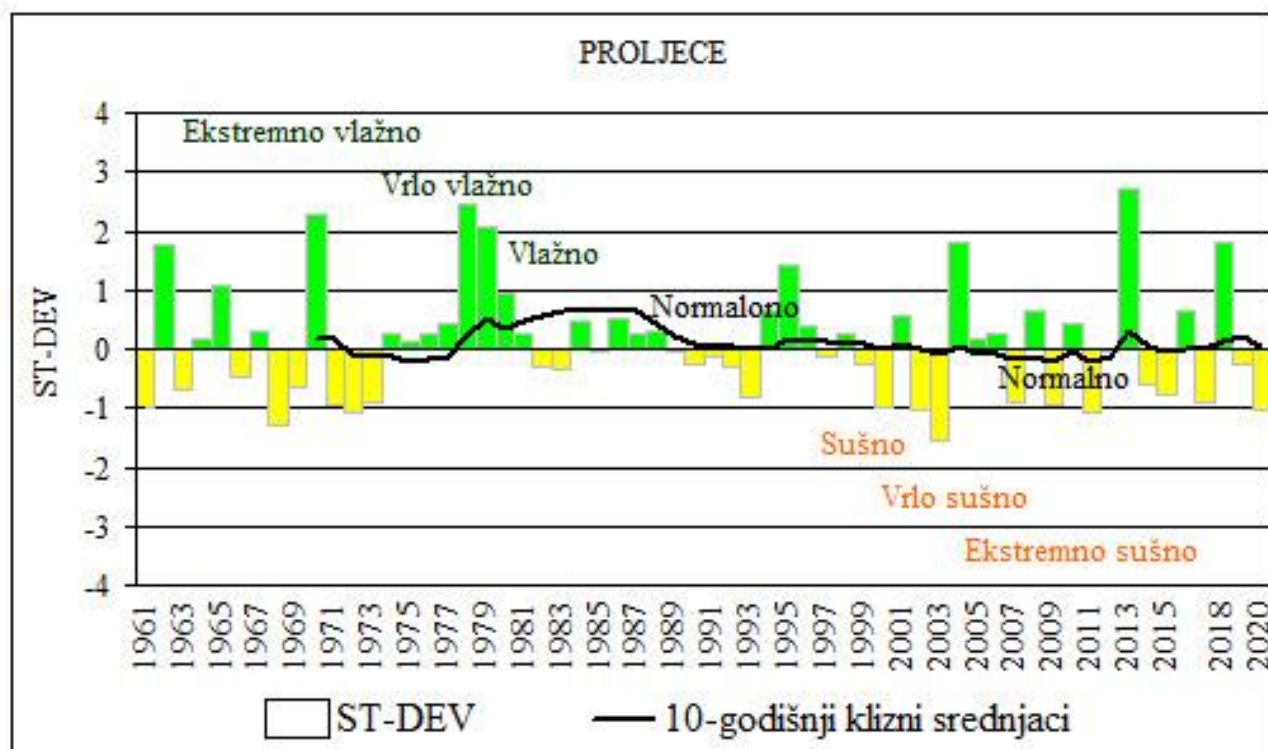


Slika 17. Trend zimskih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

5.2.3 Kolebanje i trend proljećnih suma padavina

Prosječna proljećna količina padavina za 60-godišnji period iznosi 503,5 mm. Najvlažnije proljeće bilo je 2013. godine, kada je registrovan maksimum padavina od 979,8 mm. Deset godina prije maksimuma registrovana je minimalna količina padavina. Dakle, proljeće 2003. godine bio je najsuvlje u posmatranom periodu, jer je izmjerena količina padavina od svega 200,8 mm. Odnos maksimalne i minimalne proljećne sume padavina iznosi skoro 1:5, što ukazuje na priličnu varijabilnost, ali ne kao u zimskoj sezoni (1:10).

U periodu 1961-2020, Kolašim nije registrovao ni jedno ekstremno vlažno i ekstremno sušno proljeće. Nije bilo ni vrlo sušnih proleća, a ukupno ih je 6 pripadalo klasi sušno. Sa druge strane, bilo je 5 vlažnih proleća. Prema standardizovanim odstupanjima, u periodu od 60 godina u Kolašinu su registrovana 4 vrlo vlažna proljeća, i to: 1970., 1978., 1979. i 2013. godine (Slika 18).

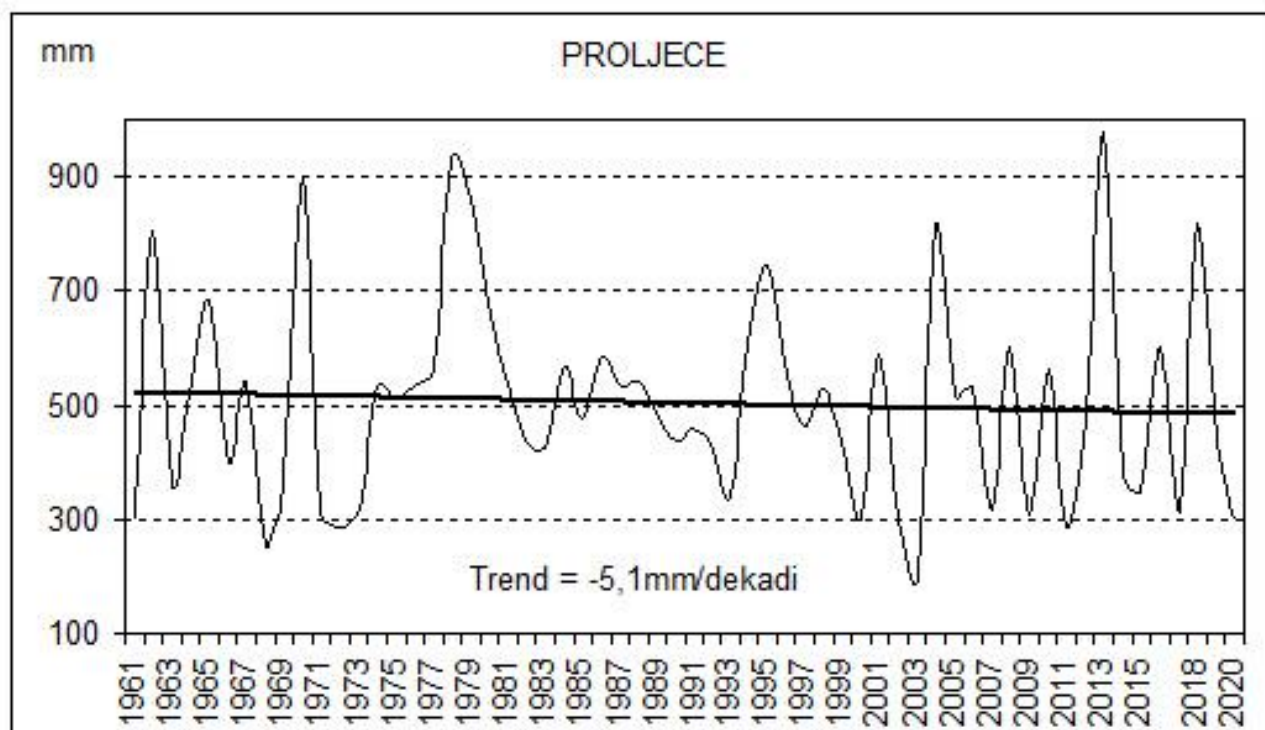


Slika 18. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci proljećnih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

Sa prethodne slike se može uočiti da se tokom kontinuiranog 15-godišnjeg perioda, 1980-1994 godine, ne uočavaju veća međugodišnja kolebanja proljećnih suma padavina, već se kreću oko prosjeka. Da varijabilnost proljećnih suma padavina nije toliko izrazita, govore i 10-godišnji klizni srednjaci, čije vrijednosti ne izlaze izvan opsega jedne ST-DEV. Tome u prilog je činjenica da ne postoje velike razlike između 10-godišnjih prosječnih vrijednosti (Tabela 10). Primjera radi, dekada 1971-1980 imala je najveću prosječnu proljećnu sumu padavina (551,4 mm), a dekada 2001-2010 najmanju (478,3 mm), odnosno razlika je svega 73,1 mm. Svi prethodni pokazatelji pokazuju da se sa proljećnim padavinama ništa ne dešava. To su pokazali i proračuni trenda, jer je tendencija smanjenja beznačajna, odnosno iznosi zanemarljivih -5,1 mm po dekadi (slika 19).

Tabela 10. Prosječne proljećne sume padavina po dekadama

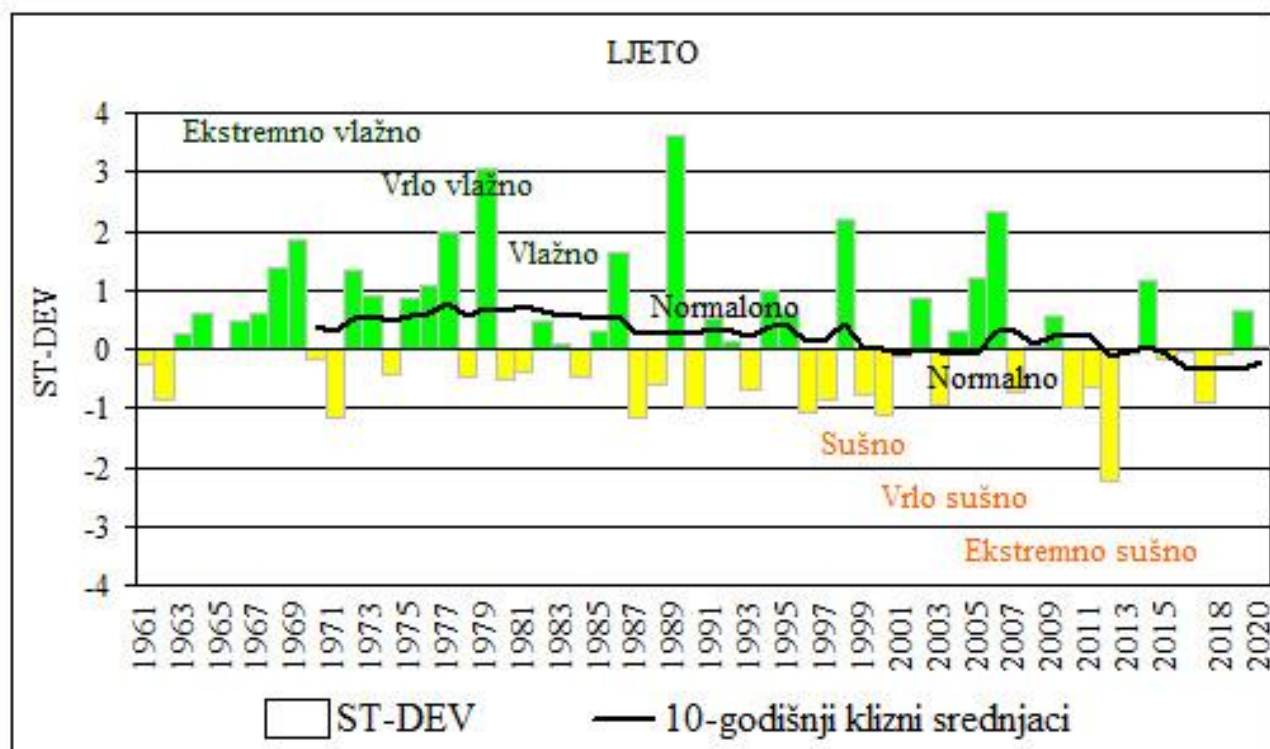
Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	513,5 mm	551,4 mm	501,1 mm	486,9 mm	473,8 mm	494,4 mm



Slika 19. Trend proljećnih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

5.2.4 Kolebanje i trend ljetnjih suma padavina

Ljeto je godišnje doba sa najmanje padavina. Za period 1961-2020, prosječno se ljeti izluči 252,0 mm kiše. Apsolutni ljetnji maksimum padavina registrovan je 1989. godine, kada je izmjereno 542,0 mm. Kišno je bilo i ljeto 1979. kada je izmjerena količina padavina od 495 mm vodenog taloga. Međutim, tokom ljeta 2012. godine zabilježeno je svega 43,6 mm kiše. Odnos između maksimalne i minimalne ljetnje sume padavina u Kolašinu iznosi 1:12,4. Prethodno iznijeto upućuje na dvije važne činjenice. Prva je ta da Kolašim ima mediteranski režim padavina (maksimum tokom zime i jeseni, minimum tokom ljeta), a druga da postoji izrazita varijabilnost ljetnjih suma padavina. Metod standardizovanih anomalija pokazuje da klasa ekstremno sušno nije registrovana, a da je vrlo sušno ljeto bilo 2012. godine. Tokom 5 od 60 godina u Kolašinu je ljeto bilo sušno. U ovom gradu ljeto je bilo vlažno tokom 8 godina, a dva puta bilo je vrlo vlažno. Dva već pomenuta najvlažnija ljeta, 1979. i 1989. godine, svrstana su u klasi ekstremne vlažnosti (Slika 20).

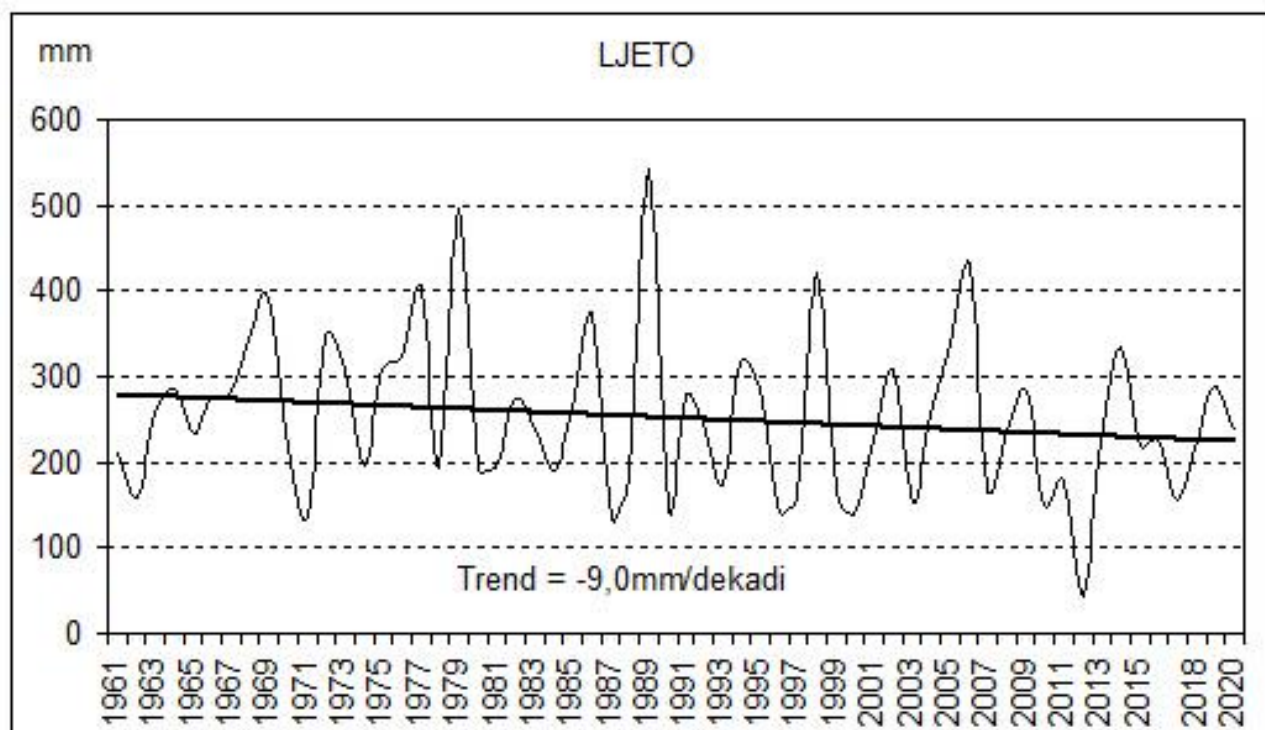


Slika 20. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci ljetnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

Kada su u pitanju 10-godišnji klizni srednjaci, grafički prikaz pokazuje da postoji blagi opšti trend pada, ali da se ne može govoriti o izrazitoj aridizaciji na decenijskom nivou. Posmatrajući po dekadama koje počinju sa prvom, uočava se da je od prve do druge dekade prisutan porast, a naredne dvije pad prosječnih dekadnih suma padavina. Tokom dekade 2001-2010 ljetnje sume padavina su blago povećane, a zatim ponovo se u poslednjoj dekadi (2011-2020) uočava blagi pad (Tabela 11). Proračuni trenda, kao najpreciznije metode kretanja padavina u vremenu, potvrđuju da postoji blago smanjenje ljetnjih suma padavina, i to od 9,0 mm po dekadi (Slika 21). Svakako, ta vrijednost je beznačajna.

Tabela 11. Prosječne ljetnje sume padavina po dekadama

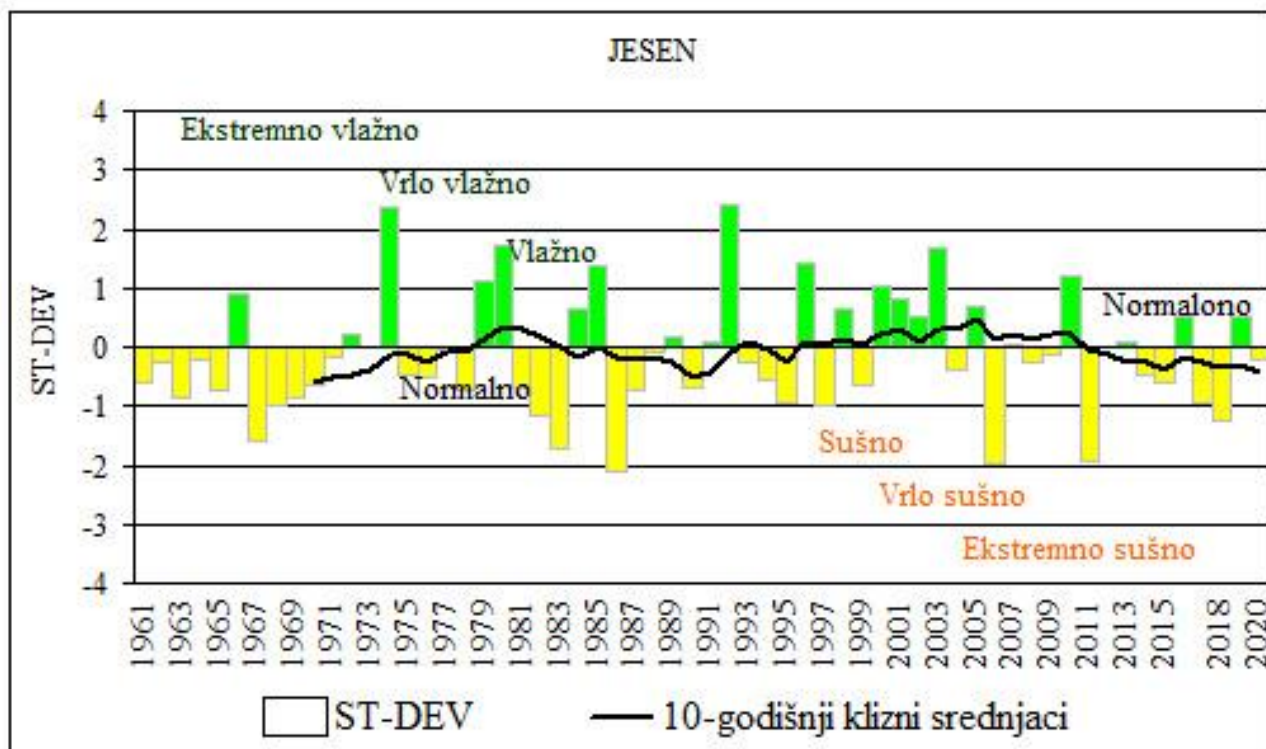
Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	266,7 mm	290,2 mm	254,3 mm	232,1 mm	258,8 mm	213,7 mm



Slika 21. Trend ljetnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

5.2.5. Kolebanje i trend jesenjih suma padavina

Analizom jesenjih suma padavina uočava se da ni jedna jesen u posmatranom periodu od 60 godina nije bila ekstremno sušna. Najsušnija godina u posmatranom periodu bila je 1986. kada je registrovano svega 219,8 mm, što predstavlja trećinu padavina od prosjeka, koji iznosi 662,7 mm. Pomenuta jesen ocijenjena je kao vrlo sušna. Šest jeseni su kategorisane kao sušne (1967, 1982, 1983, 2006, 2011, i 2018). Ni ekstremno vlažnih jeseni nije bilo, a dvije sa najvećom količinom padavina (1974. i 1992. godine) ocijenjene su kao vrlo vlažne (Slika 22). Maksimalna jesenja suma padavina iznosi 1230,9 mm, a registrovana je pomenute 1992. godine. Inače, osim 1974. i 1992. godine, još dvije jeseni su imale preko 1000 mm padavina, i to jeseni 1980. i 1996. godine. Ukupno 7 jeseni pripada klasi vlažno.

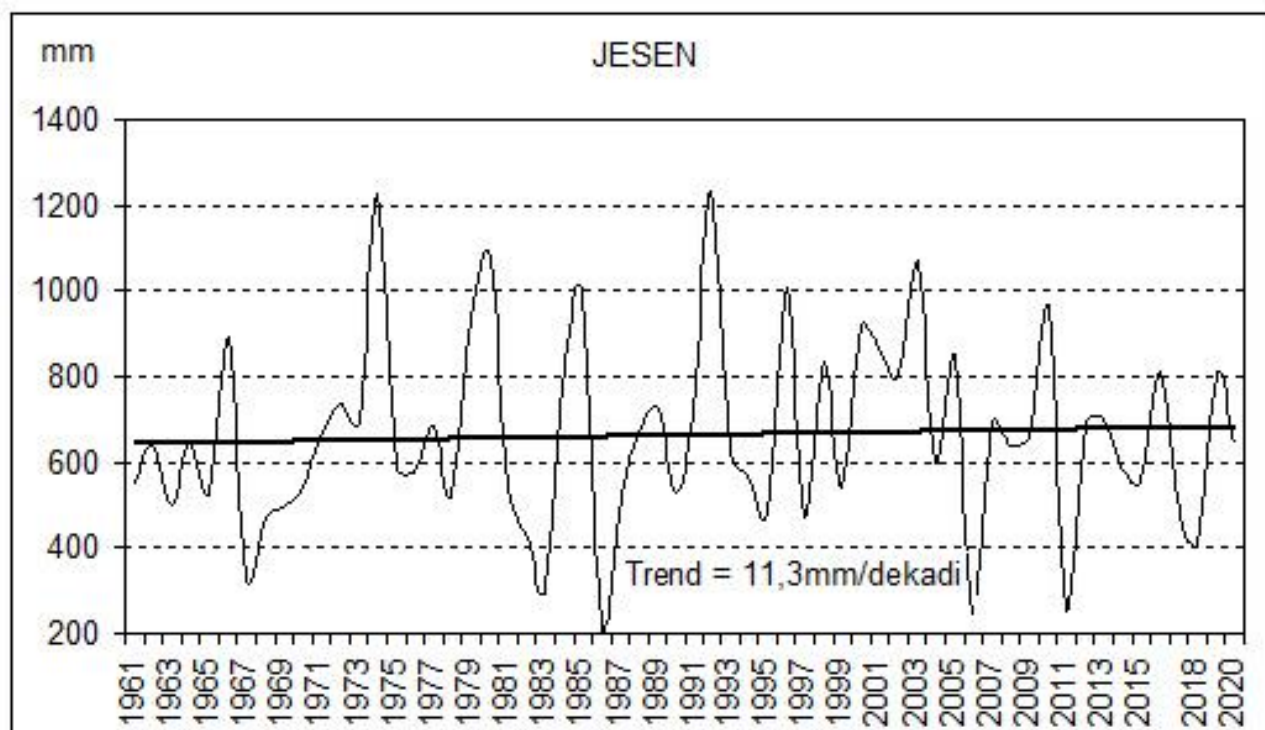


Slika 22. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci jesenjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

Klizni 10-godišnji srednjaci su konstantno oko linije normale, što ukazuje da dugoperiodična komponenta nije izražena. Ali, kada se posmatraju dekadni prosjeci za decenije koje počinju sa 1, uočava se razlika. Prosječna količina padavina za prvu dekadu (1961-1970) je 559,1 mm, a za drugu (1971-1980) je veća čak za 211,0 mm. U trećoj dekadi se ponovo smanjuje, a naredne dvije ponovo raste (Tabela 12). Posljednja dekada (2011-2020) registruje opet manjak padavina. Ipak, za cio period (1961-2020) trend je pozitivan, ali je tendencija od 11,3 mm po dekadi beznačajna (Slika 23).

Tabela 12. Prosječne jesenje sume padavina po dekadama

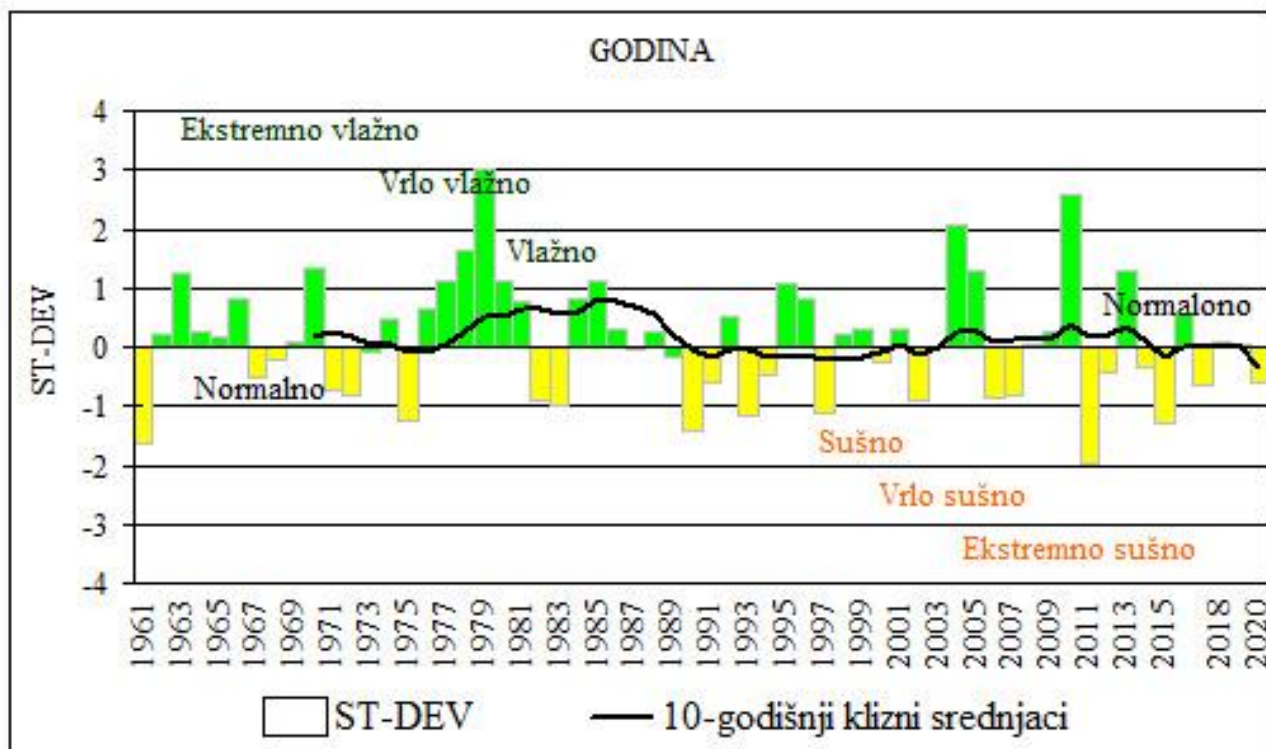
Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	559,1 mm	770,1 mm	577,1 mm	739,2 mm	737,3 mm	593,6 mm



Slika 23. Trend jesenjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

5.2.6 Kolebanje i trend godišnjih suma padavina

Kako je već pomenuto, prosječna godišnja količina padavina u Kolašinu je 2112,7 mm, pa se može zaključiti da je ovo mjesto bogato padavinama. Bilo je godina i sa preko 3000 mm vodenog taloga. Tako se tokom 1979. godine u Kolašinu izlučilo 3290,9 mm padavina, i to je po količini najvlažnija godina. Meteorološka stanica u Kolašinu je i 2010. godine registrovala ogromnu količinu padavina, 3121,2 mm. Ali, naredne godine (2011) palo je svega 1263,3 mm, i to je padavinama najsiromašnija godina. Pomenuta 2011. godina je na granici klasa sušno i vrlo sušno. Prema standardizovanim anomalijama, 1979. godina je ekstremno vlažna, istina na donjoj granici pomenute klase, dok je 2010. ocijenjena vrlo vlažnom, kao i 2004. godina (Slika 24).

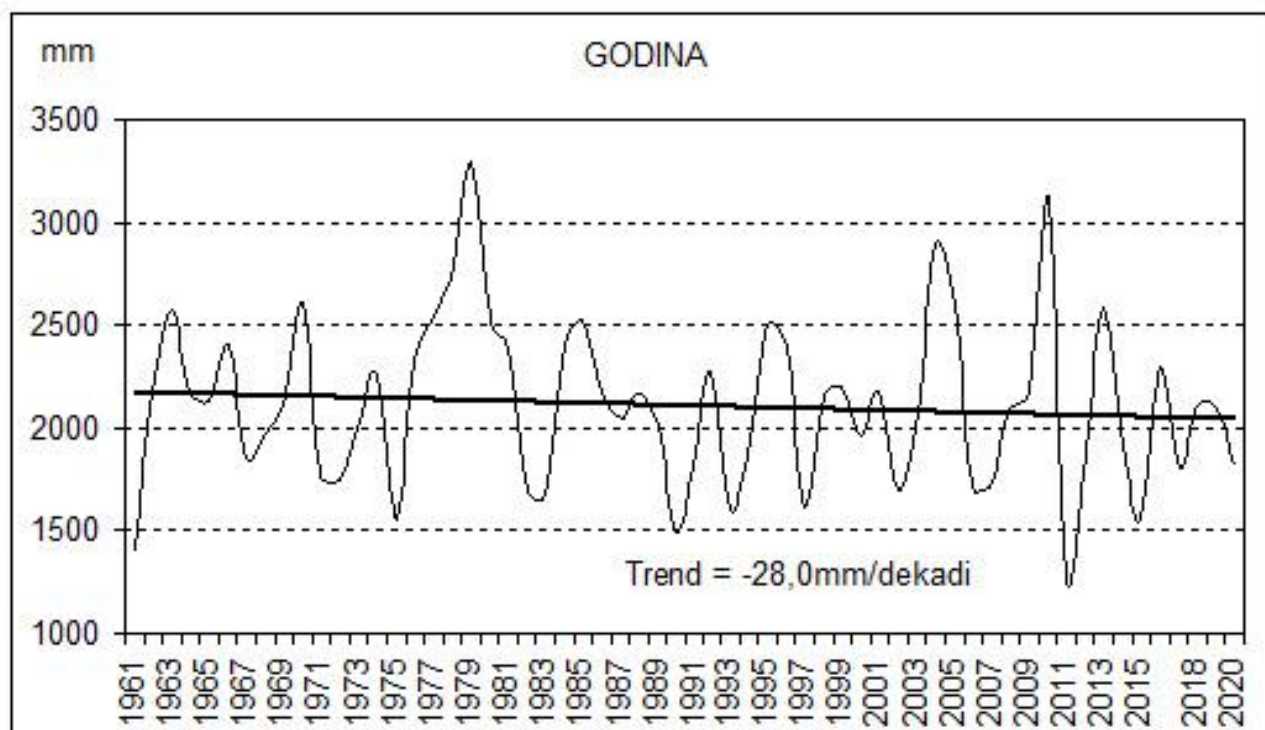


Slika 24. Kategorizacija i 10-godišnji klizni srednjaci godišnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

Klizni 10-godišnji srednjaci ne izlaze iz opsega normalne klase, ali ukazuju na blagu tendenciju smanjenja. Dakle, međugodišnja kolebanja su izražena, ali međudekadna ne. Primjera radi, prosjek godišnji za prvu dekadu (1961-1970) je 2140 mm, a za poslednju (2011-2020) 1934 mm (Tabela 13). Godišnje sume padavina pokazuju beznačajnu tendenciju smanjenja od 28,0 mm po dekadi (Slika 25).

Tabela 13. Prosječne godišnje sume padavina po dekadama

Period	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Prosjek	2140 mm	2278 mm	2055 mm	2041 mm	2228 mm	1934 mm



Slika 25. Trend godišnjih suma padavina u Kolašinu, period 1961-2020

5.3. DIFERENCIJA DVA KLIMATSKA PERIODA: 1961-1990 i 1991-2020

Prema pravilima Svjetske meteorološke organizacije (WMO), klimatske karakteristike nekog mjesta se utvrđuju na osnovu klimatskog perioda koji traje 30 godina. Do nedavno klima nekog mjesta se određivala na osnovu klimatskog perioda koji je trajao 1961-1990. Međutim, prema nedavnoj preporuci WMO, klimatske karakteristike i anomalije temperature, padavina i drugih elemenata treba računati na osnovu poslednjeg klimatskog perioda, a to je 1991-2020. Dakle, s obzirom na to da imamo novi standardni klimatski period 1991-2020, a u kontekstu savremenih klimatskih promjena, prostom diferencijom između novog (1991-2020) i starog (1961-1990), cilj je utvrditi kvantitativnu promjenu klime Kolašina. Suštinski, prosječne vrijednosti perioda 1991-2020 su nove klimatske normale.

5.3.1. Diferencija temperature

Kada su u pitanju prosječne mjesečne temperature, svi mjeseci u poslednjem 30-godišnjem periodu (1991-2020) su u prosjeku topliji u odnosu na staru klimatsku normalu perioda 1961-1990 godine (Tabela 10). Najmanji porast temperature bilježi decembar, koji je postao topliji za oko 0,3°C. Januar, najhladniji mjesec u godini, sada je topliji za 0,9°C. Najviši porast registruju ljetnji mjeseci. Jun i jul su topliji za 1,8°C, a avgust za čak 2,0°C. Shodno tome, ljeto u Kolašinu postalo je toplije za

1,9°C, prelazna godišnja doba za po 0,9°C, a zima je postala toplija za 0,5°C (Tabela 14). Na godišnjem nivou, Kolašin je postao topliji prosječno za 1,1°C. Prethodni podaci nedvosmisleno pokazuju da je klima Kolašina postala toplija.

Tabela 14. Diferencija prosječnih mjesečnih, sezonskih i godišnjih temperatura (°C) između dva klimatska perioda: 1991-2020 i 1961-1990

Vrijeme	1961-1990 (A)	1991-2020 (B)	B-A
Januar	-2.1	-1.2	0.9
Februar	-0.6	-0.1	0.5
Mart	2.2	2.9	0.7
April	6.3	7.3	1.0
Maj	10.9	11.8	0.9
Jun	13.8	15.6	1.8
Jul	15.7	17.5	1.8
Avgust	15.2	17.2	2.0
Septembar	11.9	12.8	0.9
Oktobar	7.8	8.7	0.9
Novembar	3.5	4.3	0.8
Decembar	-0.5	-0.2	0.3
Zima	-1.0	-0.5	0.5
Proljeće	6.5	7.4	0.9
Ljeto	14.9	16.8	1.9
Jesen	7.7	8.6	0.9
Godina	7.0	8.1	1.1

5.3.2. Diferencija padavina

Upoređujući prosječne sume padavina dva istodobna perioda, 1991-2020 i 1961-1990, uočava se da ne postoji jednoobraznost kao kod temperature. Ipak, dominiraju negativne diferencije, što znači tendencija manjka padavina, ali u pitanju je blaga aridizacija. Primjera radi, januar je prosječno siromašniji padavinama za 43,3 mm u drugom 30-godišnjem periodu (1991-2020) u odnosu na prvi (1961-1990). I to je najveća diferencija na mjesečnom nivou. Četiri mjeseca imaju veću prosječnu količinu padavina u posljednjem periodu, i to: maj, jul, septembar i oktobar, odnosno pozitivnu

diferenciju. Najveću pozitivnu diferenciju registruje septembar, odnosno ovaj mjesec je u posljednjem klimatskom periodu (1991-2020) bogatiji padavinama prosječno za 38,1 mm u odnosu na prethodni 30-godišnji period (1961-1990). Na sezonskom nivou, jesen je postala bogatija padavinama za 54,6 mm, dok ostala godišnja doba registruju redukciju padavina, što je u skladu sa mjesečnim promjenama. Najviši manjak padavina bilježi zima, i to 85,1 mm (Tabela 15). Uzimajući u obzir prethodne podatke, prosječna godišnja suma padavina za period 1991-2020 manja je za 90,4 mm u odnosu na prosjek perioda 1961-1990. Ipak, diferencije nijesu velike i može se zaključiti da se nove klimatske normale za mjesečne, sezonske i godišnje padavine beznačajno razlikuju u odnosu na stare.

Tabela 15. Diferencija prosječnih mjesečnih, sezonskih i godišnjih suma padavina (mm) između dva klimatska perioda: 1991-2020 i 1961-1990

Vrijeme	1961-1990(A)	1991-2020(B)	B-A
Januar	234.7	191.4	-43.3
Februar	204.9	191.7	-13.2
Mart	196.5	184.1	-12.3
April	198.5	165.7	-32.8
Maj	127.0	135.2	8.2
Jun	103.5	96.9	-6.6
Jul	73.6	75.1	1.4
Avgust	93.3	61.5	-31.7
Septembar	129.3	167.4	38.1
Oktobar	198.2	221.5	23.3
Novembar	308.0	301.2	-6.8
Decembar	290.5	275.8	-14.6
Zima	734.9	649.8	-85.1
Proleće	522.0	485.0	-36.9
Ljeto	270.4	233.5	-36.9
Jesen	635.4	690.0	54.6
Godina	2157.9	2067.5	-90.4

5.4. UTICAJ SJEVERNOATLANTSKE OSCILACIJE (NAO)

Sjevernoatlantska oscilacija (NAO – North Atlantic Oscillation) se najčešće definiše kao razlika u vazдушnom pritisku na nivou mora između subtropskih oblasti visokog pritiska iznad

Azorskih ostrva i subpolarnih oblasti niskog pritiska iznad Islanda (Hurrell and Van Loon, 1997). Mehanizam nastanka ove pojave se različito tumači. Pojedini autori smatraju da je NAO prouzrokovan prirodnim faktorima, dok drugi pak ističu da postoji antropogeni uticaji na ovu pojavu (porast koncentracije CO₂). Međutim, izvjesno je da se ne radi samo o atmosferskoj pojavi, već o interakcijskom djelovanju sistema okean-atmosfera (Hurrell and Van Loon, 1997). Wallace and Gutzler (1981) ističu da se uticaj NAO u Evropi najjače manifestuje u zimskom periodu. Takođe, Barnston and Livezey (1987) su dokazali da se signal NAO zapaža u svim godišnjim dobima, kao i to da se, posle El Ninjo Južne oscilacije (ENSO) radi o jednoj od najznačajnijih telekonekcija, odnosno modifikatora globalne klime.

Pokazatelj ove pojave je NAO indeks, a u zavisnosti od intenziteta razlike u pritisku može biti pozitivan ili negativan. NAO indeks se dobija na osnovu proračuna standardizovanih anomalija. Tokom pozitivnih faza NAO indeksa (jak anticiklon i dubok ciklon), zapadni vjetrovi su jači i bogatiji vodenom parom, a zime u sjevernoj Evropi su toplije i vlažnije, dok je u južnoj Evropi hladnije i manje padavina nego uobičajeno. Sa druge strane, negativna faza NAO indeksa je u vezi sa hladnijim zimama duž sjeverne Evrope i toplijim i vlažnijim uslovima u Južnoj Evropi. (Lockwood et al., 2010). Osim prizemne postoji i visinski NAO, čije su promjene definisane indeksom varijabilnosti geopotencijalne visine 500-milibarske površi, a to je nadmorska visina od oko 5500 m (Barnson and Livezey, 1987).

Smatra se da je postojala veza između izuzetno negativne faze NAO i hladne zime 2009/2010 u Evropi, koja je u Britaniji ocijenjena kao jedna od najhladnijih u prethodne 3 decenije (Lockwood et al., 2010). Ipak, zimska hladnoća 2009/10 posledica je kombinovanog uticaja ENSO i NAO (Osborn, 2011).

Burić (2014) ističe da je u zimu 2010. godine bila izuzetno negativna faza NAO, kada je indeks ovog faktora imao najvišu apsolutnu vrijednost (odstupanje -3,1) od 1823. do 2012. Upravo je zima 2010. godine u većem dijelu Crne Gore bila padavinama najbogatija u periodu instrumentalnih osmatranja. Za potrebe master rada, korelacija je izračunata sa oba NAO indeksa, prizemnim i visinskim, pomoću Pirsonog koeficijenta, a značajnost ispitana pomoću t-testa.

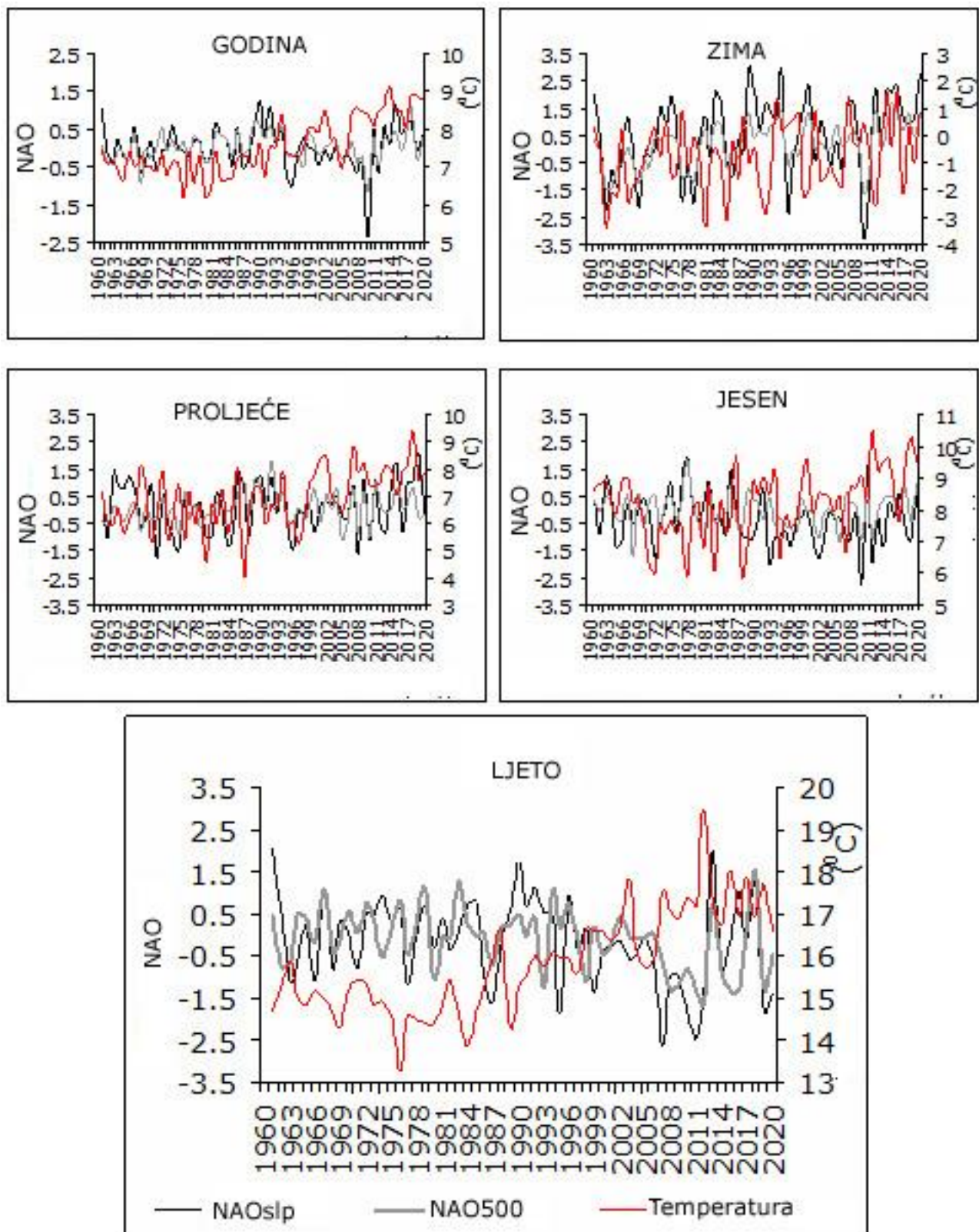
5.4.1. Uticaj NAO na temperaturu

Izrazita negativna NAO faza, kako je već pomenuto, bila je tokom većeg dijela 2010. godine. Pomenuta godina, naročito zimski period, imala je nadprosječnu količinu padavina. Kada je temperatura u pitanju, proračuni korelacije pokazuju da se NAO signal uočava tokom cijele godine, ali je jedino značajna veza u ljetnjoj sezoni. Tokom zime i proljeća, kao i na godišnjem nivou veza NAO i temperature je direktna, a u ljeto i jesen postoji indirektna korelacija. Međutim, kako su vrijednosti koeficijenta korelacije male, odnosno ne zadovoljavaju uslove značajnosti t-testa, pomenutu direktnu i indirektnu vezu sa ovom oscilacijom treba prihvatiti s rezervom. Izuetak je ljetnja sezona za koju je utvrđeno da postoji statistički značajna veza između temperature i NAO (Tabela 16), kako u prizemlju (NAOslp) tako i po visini (NAO500).

Tabela 16. Matrica korelacije između NAO i godišnjih i sezonskih vrijednosti temperature u Kolašinu za period 1961-2020

ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN	GODINA
NAO(slp)-temperatura				
0.06	0.16	-0.40*	-0.11	0.04
NAO(500)-temperatura				
0.13	0.12	-0.47*	-0.06	0.10
+	Značajno na nivou rizika: $\alpha = 0.1$			
*	Značajno na nivou rizika: $\alpha = 0.05$			

Drugim riječima, pozitivna NAO faza ljeti uslovljava više temperature, i obratno. U većini slučajeva je tako, ne i uvijek, jer taj uticaj mogu anulirati neki drugi faktori. Koeficijent korelacije između godišnjih vrijednosti temperature i NAO-slp, odnosno NAO-500, iznosi 0,04 i 0,10. Ove vrijednosti, kao i za zimu, proljeće i jesen, beznačajne su. Veza između ljetnjih vrijednosti NAO i temperature u Kolašinu statistički je značajna na 95% nivou prihvatanja hipoteze ($\alpha < 0.05$). Proračuni su pokazali da je nešto jači uticaj na temperaturu visinskog (NAO500) u odnosu na prizemni (NAOslp), jer je u prvom slučaju koeficijent -0,47, a u drugom -0,40. Da postoji indirektna veza pokazuje i grafički prilog (Slika 26, ljeto). Kod ostalih sezona, kao i na godišnjem nivou, taj (anti)paralelizam se ne uočava.



Slika 26. Vrijednosti srednje temperature u Kolašinu, NAOslp i NAO500 indeksa za period 1961-2020

5.4.2. Uticaj NAO na padavine

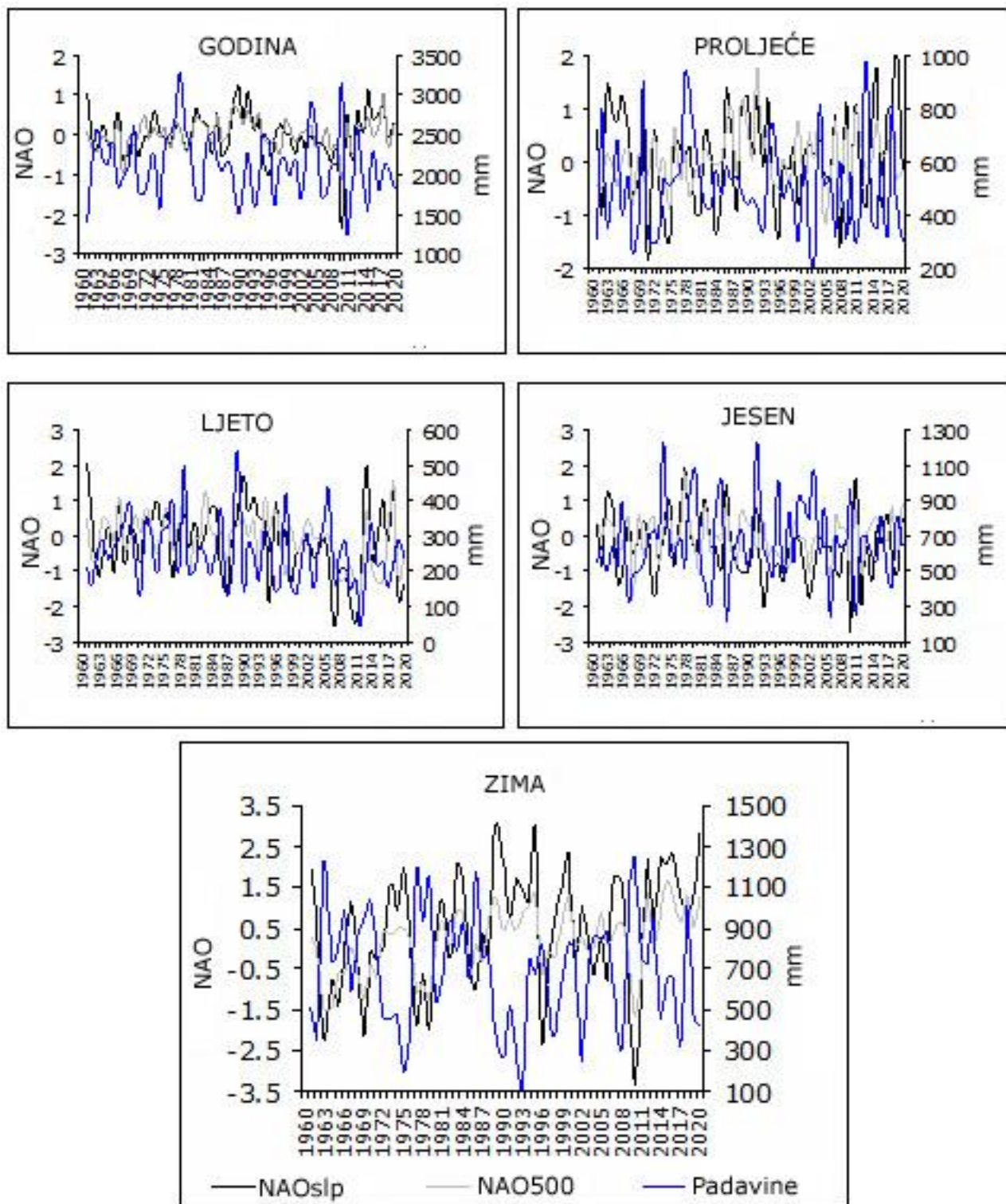
Uticaj Sjevernoatlanske oscilacije prvenstveno se manifestuje na padavine. Kako je pomenuto, najveći uticaj Sjevernoatlantske oscilacije manifestuje se u zimskoj sezoni. Kada je pozitivna faza NAO, tada je zimi u Crnoj Gori obično hladno vrijeme i sa manjom količinom padavina. Sa druge strane, kada je negativna faza onda je na području Crne Gore često izrazito vlažno i toplije od prosjeka.

Burić (2014) je utvrdio da od 8 razmatranih parametara padavina za zimsku sezonu, za period 1951-2010 čak 6 pokazuju značajnu korelaciju sa NAO indeksom, a najbolja je veza sa sumama padavina (RR), brojem sušnih dana (DD), brojem umjereno vlažnih dana (R75p) i standardizovanim padavinskim indeksom (SPI3 za februar). Proračuni koji su urađeni za potrebe ovog master rada potvrđuju da NAO ima najjači uticaj na padavine upravo tokom zime (Tabela 17). Za ovo godišnje doba bolja veza dobijena je sa prizemnim NAO (koeficijent -0,65) nego sa visinskim (koeficijent -0,48).

Tabela 17. Matrica korelacije između NAO i godišnjih i sezonskih suma padavina u Kolašinu za period 1961-2020

ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN	GODINA
NAO(slp)-temperatura				
-0.65*	-0.15	0.12	-0.29+	-0.40*
NAO(500)-temperatura				
-0.48*	-0.20	0.23	-0.19	-0.33+
+	Značajno na nivou rizika: $\alpha = 0.05$			
*	Značajno na nivou rizika: $\alpha = 0.1$			

Dakle, u zimskoj sezoni između padavina i NAO postoji antifaznost (indirektna korelacija), koja je značajna na najviše ispitanom nivou prihvatanja hipoteze (95% nivo). Oba NAO indeksa pokazuju dobru antifaznost, odnosno značajnost i sa godišnjim sumama padavina, ali je jači uticaj prizemnog NAO (-0,40). Prizemni NAO (NAOslp) uticaj ima i na jesenje sume padavine, ali je veza značajna na nižem 90% nivou prihvatanja hipoteze. Da postoji jaka antifaznost zimi između padavina i NAO pokazuje i grafički prilog (Slika 27).



Slika 27. Sezonske i godišnje sume padavina u Kolašinu, NAOslp i NAO500 indeksa za period 1961-2020

6. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Master rad pod nazivom „Dinamika temperature i padavina u Kolašinu i veza sa Sjevernoatlantskom oscilacijom” imao je dva osnovna cilja. Prvi cilj bio je utvrđivanje dinamike temperature i padavina u Kolašinu, a drugi ispitivanje veze dva pomenuta klimatska elementa sa Sjevernoatlantskom oscilacijom (NAO). Istraživanje u okviru navedene teme realizovano je na osnovu podataka za period 1961-2020. Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti sledeće:

- Svi meseci pokazuju trend porasta srednje temperature u posmatranom 60-godišnjem periodu. Najintenzivnije raste srednja avgustovska temperatura ($0,61^{\circ}\text{C}$ po dekadi), dok je najsporiji rast srednje novembarske temperature ($0,07^{\circ}\text{C}$ po dekadi). Osim u novembru, trend porasta mesečnih temperatura je beznačajan i u decembru, januaru i februaru. Ostali meseci značajno postaju topliji, jer vrijednost trenda zadovoljava uslove značajnosti na različitim nivoima prihvatanja hipoteze.

- U skladu sa mesečnim su i rezultati na nivou sezona. Srednja ljetnja temperatura raste po stopi trenda od $0,5^{\circ}\text{C}$ po dekadi i taj porast je statistički značajan na najvišem nivou prihvatanja hipoteze (99,9%). Proljeće se, takođe, značajno zagrijava, jer vrijednost trenda od $0,3^{\circ}\text{C}$ po dekadi zadovoljava uslove MK testa na 99,9% nivou hipoteze. Srednja jesenja i zimska temperatura rastu po trendu od $0,2^{\circ}\text{C}$ po dekadi, ali je pomenuta stopa zagrijavanja značajna nižim nivoima prihvatanja hipoteze – na 99% i na 95% nivou.

- Posmatrajući na godišnjem nivou, srednja temperatura značajno raste ($0,32^{\circ}\text{C}$ po dekadi) i to na najvišem nivou prihvatanja hipoteze.

- Analiza standardizovanih anomalija pokazala je da su u prvoj polovini posmatranog perioda odstupanja temperature negativna, a da u dosadašnjem dijelu 21. vijeka postoji apsolutna dominacija pozitivnih devijacija.

- Klizni 10-godišnji srednjaci sezonskih i godišnjih temperatura potvrđuju tendenciju ka toplijim uslovima. U skladu s tim je analiza temperatura na dekadnom nivou. Naime, kako na sezonskom tako i na nivou godine, najtoplija dekada je upravo poslednja, dekada 2011-2020.

- Za razliku od temperature, kod padavina se uočava vremenska različitost promjenljivosti trenda. Na mesečnom nivou, dominira negativan trend, odnosno smanjenje suma padavina, dok februar, maj, septembar i oktobar postaju bogatiji padavinama. Međutim, te promjene su beznačajne. Jedini mesec koji pokazuje značajan trend smanjenja padavina (-13 mm po dekadi) je april, ali samo na najnižem nivou (90%).

- Takođe, promjene sezonskih i godišnjih suma padavina su beznačajne u posmatranom 60-godišnjem periodu, jer vrijednosti trenda ne zadovoljavaju uslove značajnosti ni na jednom nivou. Rezultati proračuna su pokazali da jesenje sume imaju pozitivan trend (11,3 mm po dekadi), dok ostale sezone, kao i na godišnjem nivou, registruju trend smanjenja padavina.

- Da se sa mjesečnim, sezonskim i godišnjim sumama padavina ništa zabrinjavajuće ne dešava, pokazala je i analiza standardizovanih odstupanja. Međutim, Burić (2014) ističe da se u posljednje vrijeme češće registruju dnevni ekstremi padavina.

- U kontekstu savremenih klimatskih promjena, a s ciljem detaljnije analize, urađeni su proračuni diferencije temperature i padavina za Kolašin, odnosno upoređena dva istodobna perioda: 1961-1990 i 1991-2020 kada je temperatura u pitanju, rezultati nedvosmisleno pokazuju da je drugi 30-godišnji period topliji u odnosu na prvi. U srednjoj vrijednosti, najintenzivnije zagrijavanje registruju jun, jul i avgust, odnosno ljetnja sezona (1,9°C), a najsporije se zagrijavaju zimski mjeseci. Naime, prosječna zima u Kolašinu je sada toplija za pola stepena (0,5°C) u odnosu na period 1961-1990. Kada su padavine u pitanju, uočava se generalno smanjenje njihovih količina, ali postoji određena razlika u odnosu na proračune trenda, jer je diferencira drugi metod. Prema metodu diferencije, maj, jul, septembar i oktobar, te jesenja sezona, postaju bogatiji padavinama, dok ostale vremenske jedinice registruju manjak padavina. Međutim, te razlike su beznačajne. Primjera radi, godišnji prosjek padavina u Kolašinu za period 1961-1990 iznosi 2157,9 mm, a za drugi period, 1991-2020, to je 2067,5 mm, što čini beznačajnu razliku od oko 90 mm.

- Rezultati istraživanja uticaja Sjevernoatlantske oscilacije na temperaturu i padavine u Kolašinu, pokazuju da varijabilnosti atmosfere iznad sjevernih umjerenih širina Atlantika imaju uticaja na dva pomenuta klimatska elementa, ali da je taj uticaj različit u vremenu. Kada je temperatura u pitanju, značajan uticaj NAO postoji ljeti, a pogrešno bi bilo reći da tog uticaja nema u ostalom dijelu godine, jer vrlo vjerovatno postoji, ali je umanjen jačim uticajem nekih drugih faktora. Što se padavina tiče, korelaciona analiza je pokazala da NAO ima najjači uticaj zimi, a bolju vezu pokazuje prizemni (NAOslp) nego visinski (NAO500).

Generalno se može zaključiti da Kolašin postaje topliji, a da se sa mjesečnim, sezonskim i godišnjim sumama padavina ništa dramatično ne dešava. Kako je već pomenuto, najintenzivnije raste ljetnja temperatura. Na osnovu svojih istraživanja i pozivajući se na druge naučnike, Burić (2014) ističe da klimatski modeli ukazuju da u uslovima antropogenog efekta staklene bašte treba očekivati brži porast temperature zimi nego ljeti. U Kolašinu se dešava suprotno. Ova činjenica govori u prilog tome da su

potrebna detaljnija istraživanja uticaja faktora u kontekstu savremenih klimatskih promjena. U ovom radu razmatran je jedan faktor, a to je uticaj Sjevernoatlantske oscilacije, s ciljem da se ukaže na važnost uzimanja u obzir varijacija cirkulisanja vazdušnih masa.

S obzirom na to da je istraživanje bazirano na naučnoj metodologiji koju koristi WMO i IPCC, rezultati master rada mogu poslužiti kao osnova za naredna detaljnija i šira klimatska istraživanja geoprostora pojedinih regija ili cijele Crne Gore. Takođe, buduća istraživanja trebalo bi da obuhvate analizu drugih klimatskih elemenata, kao što su: oblačnost, vjetar, insolaciju, vlažnost vazduha itd. Temperatura i padavine jesu najznačajniji klimatski elementi, ali i svi pomenuti se mogu posmatrati kao faktori od kojih zavisi prirodni izgled pejzaža, a ujedno su i bioklimatski elementi jer utiču na zdravlje i opšte raspoloženje čovjeka.

Osnovna ograničenja ovakvih i sličnih istraživanja su ta što ni jedan metod ne može egzaktno utvrditi i predvidjeti interakciju između elemenata klimatskog sistema (atmosfera, hidrosfera, kriosfera, litosfera i biosfera). Burić (2022) ističe da je efekat tzv. povratne sprege (feedback effect) naročito izražen u atmosferi. Promjene samo jednog atmosferskog parametra (npr. vlage ili atmosferske koncentracije nekog gasa) izazivaju lančane promjene svih drugih elemenata (temperature, vazdušnog pritiska, oblačnosti, količine i vrste padavina, vjetra itd). U master radu obradio se uticaj jednog faktora na temperaturu i padavine u Kolašinu, a to je Sjevernoatlantska oscilacija. Međutim, nemoguće je utvrditi da li je NAO dominantan faktor dinamike temperature i padavina u Kolašinu. Drugim riječima, pogrešno je stavljati akcenat na dominaciju jednog faktora, jer je klimatski sistem dinamičan i sa brojnim interakcijama. Zato bi buduća istraživanja trebalo usmjeriti na analizu drugih klimatskih faktora (antropogeni uticaj, varijacije drugih atmosferskih i okeanskih oscilacija itd).

7. LITERATURA

1. Barnston, A.G., & Livezey, R.E. (1987). Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon Weather Rev*, 115(6), 1083–1126. <https://doi.org/10.1175/1520-0493>
2. Burić, D., Ivanović, R., & Mitrović, L. (2007). *Klima Podgorice*. Hidrometeorološki zavod Crne Gore, br.str. 106. ISBN 978–9940–9101–0–5; COBISS.CG–ID 12312848.
3. Burić, D. (2010). *Promjene temperature vazduha u Crnoj Gori u instrumentalnom periodu*. Magistarski rad, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, br.str. 117.
4. Burić, D. (2014). *Dinamika i mogući uzroci temperaturnih i padavinskih ekstrema na teritoriji Crne Gore u periodu 1951-2010*. Doktorska disertacija, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, br.str. 248.
5. 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, br.str. 270. ISBN 978–86–7215–283–8; COBISS.CG–ID 19199760.
6. Burić, D.B., Dragojlović, J.M., Milenković, M.Đ., Popović, Lj.Z., & Doderović, M.M. (2018). Influence of variability of the East Atlantic Oscillation on the air temperature in Montenegro. *Thermal Science*, 22(1 Part B), 759-766. <https://doi.org/10.2298/TSCII70710211B>.
7. Burić, D., Dragojlović, J., Penjišević–Sočanac, I., Luković, J., & Doderović, M. (2019). Relationship Between Atmospheric Circulation and Temperature Extremes in Montenegro in the Period 1951–2010. In: Leal Filho, W., Trbic, G. and Filipovic, D. (Eds.), *Climate Change Adaptation in Eastern Europe*. *Climate Change Management*. Cham: Springer, 29–42. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03383-5_3.
8. Burić, D., & Stanojević G. (2020). Trends and possible causes of cloudiness variability in Montenegro in the period 1961–2017. *Climate Research*, 81, 187–205. <https://doi.org/10.3354/cr01615>.
9. Burić D. (2022). *Autorizovana skripta iz predmeta Klimatske promjene*.
10. Burić, D., & Doderović, M. (2021). Changes in temperature and precipitation in the instrumental period (1951-2018) and projections up to 2100 in Podgorica (Montenegro). *International Journal of Climatology*, 41(S1), E133-E149. <https://doi.org/10.1002/joc.6671>.

11. Ducić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., & Mustafić, S. (2012). Precipitation extremes in the wettest Mediterranean region (Krivošije) and associated atmospheric circulation types. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(3), 687-697. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-687-2012>.
12. Geiger, N., Gore, A., Squire, C.V., & Attari, S.Z. (2021). Investigating similarities and differences in individual reactions to the COVID– 19 pandemic and the climate crisis. *Climatic Change*, 167, article 1. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03143-8>.
13. Han, S., & Sun, J. (2020). Potential contribution of winter dominant atmospheric mode over the mid–latitude Eurasia to the prediction of subsequent spring Arctic Oscillation. *International Journal of Climatology* 40(6), 2953–2963. <https://doi.org/10.1002/joc.6376>.
14. Hurrell, J.W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. *Science*, 269(5224) ,676–679. <https://doi.org/10.1126/science.269.5224.676>.
15. Hurrell, J.W., & van Loon, H. (1997). Decadal variation in climate associated with the North Atlantic Oscillation. *Clim Change*, 36, 301 –326. <https://doi.org/10.1023/A:1005314315270>.
16. IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
17. IPCC. (2021). 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.
18. 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. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf.
19. Martin-Vide, J., & Lopez-Bustins, J.A. (2006) The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *Int J Climatol*, 26(11), 1455–1475. <https://doi.org/10.1002/joc.1388>.
20. 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>.

21. Osborn, T.J., Briffa, K.R., Tett, S.F.B., Jones, P.D., & Trigo, R.M. (1999). Evaluation of the North Atlantic Oscillation as simulated by a climate model. *Clim Dyn*, 15, 685–702. <https://doi.org/10.1007/s003820050310>.
22. IBI – CAU. (2014). Prostorno urbanistički plan opštine Kolašin.
23. Radojičić B. (2008). Regije Crne Gore. DANU: Podgorica.
24. Schmidt, R.C. (2021). Are there similarities between the Corona and the climate crisis?. *J Environ Stud Sci*, 11, 159–163. <https://doi.org/10.1007/s13412-021-00666-5>.
25. Smith, D.M., Scaife, A.A., Eade, R., & Knight, J.R. (2016). Seasonal to decadal prediction of the winter North Atlantic Oscillation: emerging capability and future prospects. *Q J R Meteorol Soc*, 142(695), 611–617. <https://doi.org/10.1002/qj.2479>.
26. Serykh, I.V., & Sonechkin, D.M. (2020). El Niño forecasting based on the global atmospheric oscillation. *International Journal of Climatology*, 41(7), 3781–3792. <https://doi.org/10.1002/joc.6488>.
27. Tosunoglu, F., Can., I., & Kahya, E. (2018). Evaluation of spatial and temporal relationships between large-scale atmospheric oscillations and meteorological drought indexes in Turkey. *International Journal of Climatology*, 38(12), 4579–4596. <https://doi.org/10.1002/joc.5698>.
28. Trigo, R.M., Osborn, T.J., & Corte-Real, J.M. (2002). The North Atlantic Oscillation influence on Europe: climate impacts and associated physical mechanisms. *Clim Res*, 20(1), 9–17. <https://doi:10.3354/cr020009>.