UDK: 556(497.6)
DOI: 10.5937/PNZPZS2502139V
Pregledni naučni rad

TRENDOVI PLUVIOMETRIJSKOG REŽIMA NA PROSTORU BANJA LUKE – ANALIZA UTICAJA NA VODNE RESURSE

Vanja Mirjana Vujić[1]

Apstrakt: Analiza pluviometrijskog režima padavina u Banjaluci je od suštinskog značaja kako za stanovništo, tako i za privredu i sve njene grane koje u određenoj mjeri zavise od padavina. Jedan od elemenata i posljedica klimatskih promjena jeste varijacija pluviometrijskog režima, uglavnom praćenog promjenama inteziteta i frekvencije padavina. Takve promjene uslovljavaju sve češću pojavu suša i poplava, koje utiču na životnu sredinu i privredu. Intezivne padavine na prostoru Banjaluke se javljaju pri razvijenom ciklonu ili kada se uspostavi jako strujanje vjetra sa visinom. Cilj rada je analiza promjena pluviometrijskog režima odnosno analiza promjene ukupne količine padavina i raspored tokom godine, učestalost i varijabilnost padavina. Uticaj urbanizacije, mikroklimatski uslovi, klimatske promjene, morfološki i antropogeni faktori dovode do nepovoljnih posljedica prostorne i vremenske neravnomjernosti hidrološkog režima. Potrebno je kroz modele međusektorske saradnje uspostaviti integracije između socioekonomskih, geopolitičkih i tehničkih aspekata upravljanja vodama. Međusektorsko usklađivanje podrazumijeva uvažavanje zahtjeva svih sektora (energetika, životna sredina, prostorno planiranje, saobraćaj, turizam, zdravstvo) pri izradi planske i strateške dokumentacije.

Ključne riječi: pluviometrijski režim, varijabilnost padavina, klimatske promjene, vodni resursi.

TRENDS OF THE PLUVIOMETRICAL REGIME IN THE AREA OF BANJA LUKE - ANALYSIS OF THE IMPACT ON WATER RESOURCES

Abstract: Analysis of the pluviometric precipitation regime in Banja Luka is of essential importance for both the population and the economy and all its branches, which to a certain extent depend on precipitation. One of the elements and consequences of climate change is the variation of the pluviometric regime, mainly accompanied by changes in the intensity and frequency of precipitation. Such changes cause the increasingly frequent occurrence of droughts and floods, which affect the environment and the economy. Intense precipitation in the Banja Luka area occurs during a developed cyclone or when strong wind currents are established from above. The aim of the paper is to analyze changes in the pluviometric regime, i.e. the analysis of changes in the total amount of precipitation and its distribution during the year, frequency and variability of precipitation. The impact of urbanization, microclimatic conditions, climate change, morphological and anthropogenic factors lead to unfavorable

[1] Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, E-mail: vanjamirjana11@gmail.com

consequences of spatial and temporal unevenness of the hydrological regime. It is necessary to establish integration between socioeconomic, geopolitical and technical aspects of water management through models of intersectoral cooperation. Intersectoral coordination implies taking into account the requirements of all sectors (energy, environment, spatial planning, transport, tourism, health) when developing planning and strategic documentation.

Keywords: pluviometric regime, precipitation variability, climate change, water resources.

UVOD

Klimatske promjene i povećana učestalost i intenzitet ekstremnih klimatskih događaja uslovili su povećane pritiske u privredi. Povećana je varijabilnost vremenskih uslova, zabilježenih u svim godišnjim dobima, sa brzim promjenama koje se događaju tokom kratkih perioda (pet do deset dana) iz izrazito hladnog u toplo vrijeme, ili iz perioda izrazito velikih količina padavina u ekstremne sušne periode. Posljednjih godina izražen je uticaj klimatskih promjena na režim izlučivanja padavina s posljedicama na vodne resurse. Posljedice tih promjena odražavaju se na raspodjelu padavina tokom godine.

U Prvom nacionalnom izvještaju o klimatskim promjenama identifikovani su osnovni problem proistekli iz klimatskih promjena, a to su: promjena u sezonskim tokovima rijeka, smanjenje količine toka vode u rijekama, problem u snabdijevanju vodom za domaćinstva i industriju. Takođe, predstavljene su primarne i sekundarne mjere adaptacije: izgradnja brana i akumulacija za proizvodnju električne energije u hidroelektranama, za poljoprivredu, stanovništvo i turizam (Prvi nacionalni izvještaj Bosne i Hercegovine u skladu sa Okvirnom konvencijom Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama, 2009).

Osnovni cilj ovog rada je da se utvrde kolike su promjene količine padavina i kakva je njihova godišnja i sezonska raspodjela na prostoru Banja Luke. Za istraživanje su korišteni podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske i Republičkog zavoda za statistiku Republike Srpske.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U period od 1981. godine povećana je klimatska varijabilnost tokom svih godišnjih doba i na cijeloj teritoriji Bosne i Hercegovine. Na primjer, uočen je trend brzih promjena iz ekstremno vrelih ili hladnih perioda, koji obično traju 5–20 dana, u periode intenzivnih kišnih padavina. Iako nisu sprovedene detaljne studije na temu predviđanja suša, sve češće i intenzivnije suše su zabrinjavajuće, jer predstavljaju jasan pokazatelj povećane klimatske varijabilnosti (Trbić i dr., 2011).

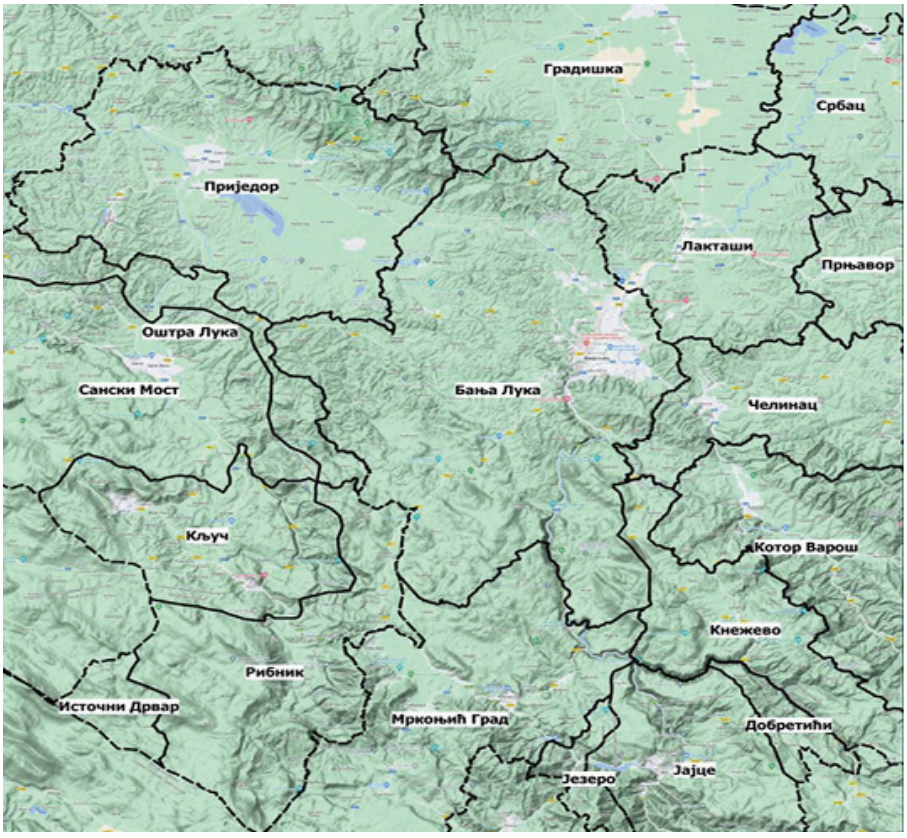
U periodu od 1981-2010. godine nisu zabilježene veće promjene padavina, ali smanjenjem broja padavinskih dana većih od 1,0 mm i povećanjem broja dana sa intezivnim padavinama poremećen je pluviometrijski režim. Izražena promjena godišnjeg rasporeda padavina uz povećanje temperature jedan je od ključnih faktora koji uslovljavaju češće i intenzivnije pojave suše i poplava na teritoriji Banjaluke (UNFCCC). U periodu 1961–2014. veći dio teritorije Bosne i Hercegovine karakterisalo je neznatno povećanje količine padavina na godišnjem nivou. Linearni trendovi za višegodišnji period 1961-2014. upućuju na stagnaciju ili neznatan porast količine padavina na prostoru cijele Bosne i Hercegovine.

Prostor Republike Srpske, tokom perioda 2000-2022. godine je imao karakteristike ekstremnih vremenskih uslova: poplave 2000, 2001, 2009, 2010, 2014, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022; suša i toplotni talasi 2003, 2007, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2021. i 2022; talas hladnoće početkom 2012, olujni vjetrovi 2012, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 (Trbić, Popov, 2023).

PRIRODNO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE BANJA LUKE

Položaj Banjaluke i otvorenost prema sjeveru utiče na klimatske karakteristike, posebno na raspored padavina i cirkulaciju vazdušnih masa. Veliku ulogu imaju i reljefne karakteristike, zbog prelaznog prostora između Dinarida i Panonske oblasti i relativno male nadmorske visine. Po geografskom položaju područje Banjaluke ima umjerenu klimu sa karakteristikama koje se javljaju pod uticajem Panonske nizije i Dinarida.

Područje grada Banja Luka je ukupne površine 1239 km², odnosno predstavlja 4,9 % ukupne teritorije Republike Srpske. Najveći grad Republike Srpske je smješten u sjevero - istočnom rubnom dijelu, u banjalučkoj kotlini, na 44°62'27" sjeverne geografske širine i 17°01'44" istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 164 m. Grad Banja Luka smješten je u sjeverozapadnom dijelu Republike Srpske i sa susjednim opštinama čini jednu geografsku cjelinu.



Slika 1. Geografski položaj Banja Luke
(Izvor: Lokalni ekološki akcioni plan Banja Luka 2022-2027. godine)

Opšta karakteristika ovog područja u orografskom smislu je postepeno izdizanje reljefa, od savske kotline na sjeveru prema jugu. Na sjeveru, na niskom brežuljkastom reljefu, se ističu planine Motajica, Prosara, Kozara, a između njih smješteno je Lijevče polje, nadmorske visine 90-100 m. Centralni dio terena gdje je dijelom smješten grad Banja Luka,

uz druge niže planine zauzimaju i planine Manjača i Osmača. Između južnih padina Kozare i sjevernih padina Manjače, odnosno istočnih i sjeveroistočnih dijelova Majdanske planine, smještena je prijedorsko-omarska dolina. Vertikalni raspon grada kreće se od 140 m n.v./ obala Vrbasa-Zalužani do 1339 m.n.v./Goli vis –Čemernica, dok središnji dio grada leži na nadmorskoj visini od 164 m.

Na klimatsku sliku Banjaluke utiču struje suptropskog pojasa, visokog vazdušnog pritiska i subpolarnog pojasa, niskog vazdušnog pritiska, te za posljedicu ima smjenu polarnih i tropskih vazdušnih masa. Prisutne su vazdušne mase polarnog porijekla, struje sa Atlantika, cikloni sa Sredozemnog i Jadranskog mora i anticikloni koji dolaze iz kontinentalnog dijela Azije (Lokalni ekološki akcioni plan za grad Banjaluku za period 2016-2021. godine).

REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza pluviometrijskog režima na prostoru Banjaluke

Promjene u pluviometrijskom režimu padavina, donose češću pojavu suša, pad riječnog vodostaja tokom ljetnog perioda, ali i češću pojavu poplava, odnosno bujičnih tokova što se najviše odražava u sektoru vodoprivrede.

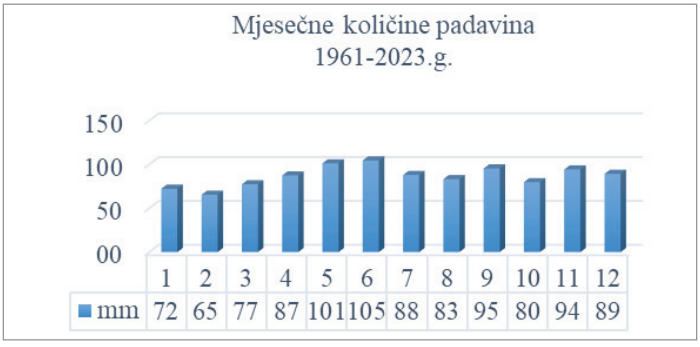
Srednje mjesečne i godišnje količine padavina

Pluviometrijski režim na prostoru Banjaluke ima elemente maritimnog i kontinentalnog uticaja. Na sljedećoj tabeli je dat prikaz srednje mjesečne i godišnje količine padavina u Banjaluci za period od 1961-2023. godine. Ukupna godišnja količina padavina iznosi 1036,8 mm, što daje prosječnu mjesečnu količinu od 86,5 mm. Najviše padavina se javlja u junu 104,5 mm, a to je rezultat ciklonalne aktivnosti. Pljuskove tokom proljeća i ljeta izazivaju lokalne depresije. Minimalne padavine su tokom zime, što je posljedica prodora suvih i hladnih vazdušnih masa sa sjevera. Javljaju se dva maksimuma u maju i junu, kao i dva minimuma padavina u januaru i februaru. Uočen je porast broja dana s konvektivnim padavinama odnosno intenzivnijim padavinama što za posljedicu ima povećanje sume padavina po sezonama, a djelimično i na godišnjem nivou.

Tabela 1. Srednje mjesečne i godišnje količine padavina (mm) u Banjaluci za period od 1961- 2023. godine

JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	Godišnja
72,3	65,4	77,4	87,4	101,2	104,5	87,9	83,2	95,4	79,7	94,3	89,3	1036,8

(Izvor: RZS RS)



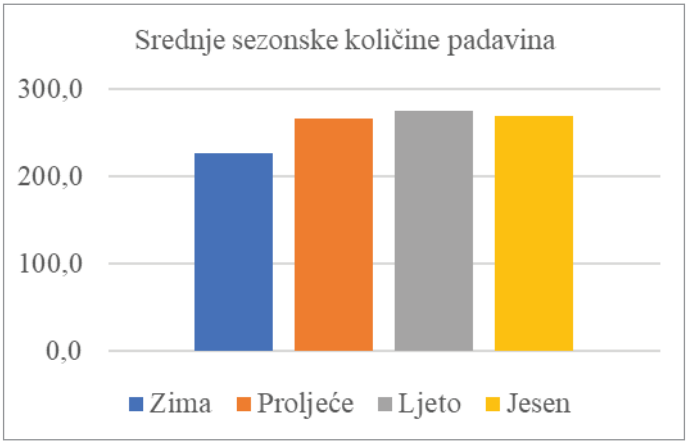
Grafik 1. Srednje mjesečne količine padavina u Banja Luci u period od 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Na osnovu analize srednje sezonske količine padavina u period od 1961-2023. godine u Banjaluci se tokom ljetnih mjeseci izluči najviše padavina 275,6 mm, odnosno 26,58%. Dok je minimum padavina tokom zime 227,0 mm odnosno 21,89%. U vegetacionom period kada su padavine odnosno vlaga najpotrebnija, naročito u poljoprivredi, izluči se 53,98% padavina.

Tabela 2. Srednje sezonske količine padavina (mm i %) u Banjaluci za period od 1961-2018. godine

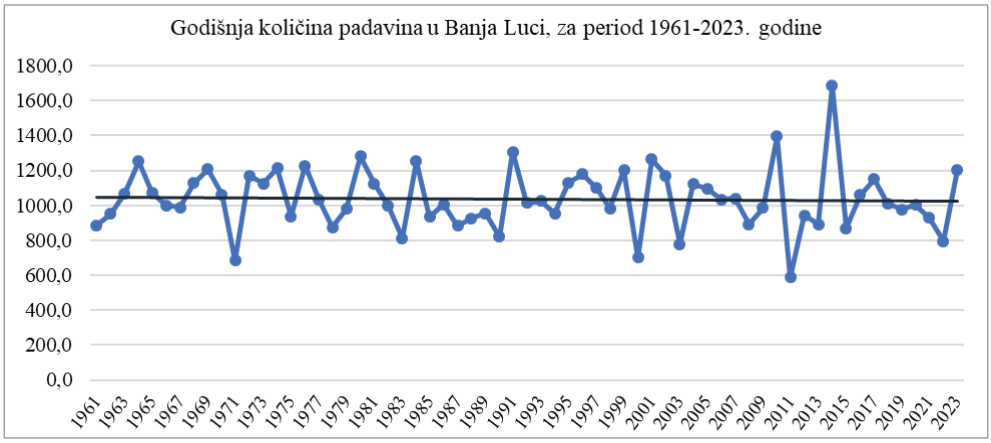
	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Vegetacioni period
mm	227,0	266,0	275,6	269,4	559,7
%	21,89	25,65	26,58	25,98	53,98

(Izvor: RZS RS)



Grafik 2. Srednje sezonske količine padavina u Banja Luci u period od 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

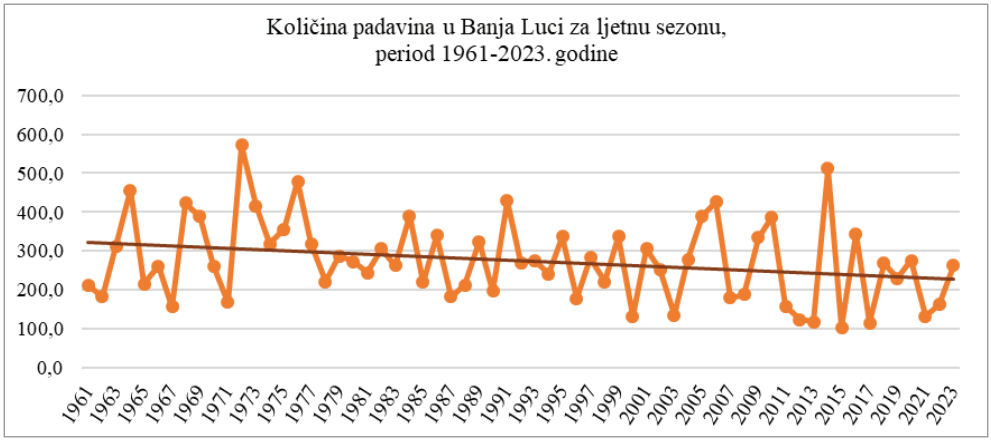
Ako se posmatra pluviometrijski režim u Banja Luci za period od 1961-2023. godine, može se uočiti da nije izražen linearni trend promjene padavina. Najveće promjene su izražene u vremenskoj raspodjeli padavina, odnosno da se ekstremni suficiti i deficiti padavina u poslednjoj dekadi javljaju nekoliko puta. Zbog povećanog intenziteta padavina i njegove veće promjenljivosti, kao i zbog povećanog udjela jakih kiša u ukupnoj količini padavina, povećan je rizik od poplava.



Grafik 3. Godišnja količina padavina u Banja Luci,
za period 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Promjene i trendovi padavina izraženije su po sezonama nego na godišnjem nivou. Promjene u količini padavina nisu zabilježene, u velikoj mjeri je poremećen pluviometrijski režim, odnosno godišnja raspodjela. Na prostoru Banja Luke za period 1961-2023. godinu u ljetnom periodu linearni trend je u padu, odnosno u poslednjoj dekadi je zabilježen suficit padavina tokom ljetnog perioda. Izražena promjena godišnjeg rasporeda padavina uz povećanje temperature jedan je od ključnih faktora koji uslovljavaju češće i intenzivnije pojave suše i poplava na prostoru Banja Luke. Najizraženiji problem su vezani za poplave duž rijeke Vrbas i njenih glavnih pritoka. Poplave i bujice se javljaju uglavnom u proljeće kao posljedica otapanja snijega, pojačanih i jakih višednevnih padavina. Najnepovoljnija situacija se javlja u mjesecima april-maj zbog dugotrajnih i intenzivnih kišnih perioda.

Posljednje velike poplave zabilježene su sredinom maja 2014. godine. Poplave su uslijedile nakon višednevnih padavina (najveće padavine u zadnjih 120 godina) što je doprinijelo ekstremnom porastu vodostaja u izuzetno kratkom roku.



Grafik 4. Godišnja količina padavina u Banja Luci za ljetnu sezonu,
period 1961-2023. godine (Izvor: RZS RS)

Na osnovu analize meteoroloških podataka na prostoru Banja Luke, godišnja suma padavina pokazuje najveću zavisnost od reljefa, ali i od kontinentalnosti prostora i putanje atmosferskih poremećaja koji uslovljavaju kišno vrijeme. Maksimum padavina u Banjaluci se javlja krajem proljeća i početkom ljeta što je odlika kontinentalnog režima padavina. Količina godišnjih padavina se nije znatno promijenila, smanjen je broj dana u godini tokom kojih su zabilježene kišne padavine, ali je istovremeno povećan broj dana tokom kojih su zabilježene intenzivne kišne padavine.

Jedan od najznačajnih segmenata uticaja klimatskih promjena je uticaj na stanje voda, odnosno vodnih potencijala. Sve učestalije poplave i suše, te ostali poremećaji prirodnog režima voda, prouzrokovani globalnim klimatskim promjenama, kao i krize u snabdijevanju vodom za piće, pokušavaju se ublažiti uz pomoć strategija i planova adaptacije na klimatske promjene. Takav pristup zahtijeva izradu strategija i planova integralnog upravljanja. Pri izradi ovakvih planova i njihovom provođenju, sa ciljem što racionalnijeg korištenja i zaštite vodnog potencijala, trebaju učestvovati svi relevantni faktori na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou. Kontinuiran monitoring je neophodan kao naučna baza pri odgovoru na određene promjene u vodnim potencijalima prouzrokovane ljudiskim aktivnostima ili klimatskim promjenama Vodni potencijali i njhova ugroženost, obzirom na klimatske promjene, je sve očiglednija. Voda kao resurs predstavlja jedan od vodećih faktora razvoja i najznačajniji prirodni resurs. Zbog toga je od velikog značaja potreba za monitoringom i uočavanjem promjena u promjenama pluviometrijskog režima (Zekanović, 2019).

ZAKLJUČNE KONSTATACIJE

Kroz analizu i trendove padavina na prostoru Banja Luke za period 1961-2023. godina može se zaključiti da je trend padavina konstantan, međutim odstupanja se javljaju periodično, na sezonskom nivou. Najveći problem promjene pluviometrijskog režima manifestuje se tokom proljetnih mjeseci, kada se javljaju intezivne padavine, odnosno deficit padavina, što za rezultat dovodi do pojave izlivanja rijeka iz korita i bujičnih poplava

Promjene u količinama padavina imaju negativan uticaj na sadašnji sistem upravljanja vodnim resursima. Očekuje se da će vodni sistemi biti izloženi uticajima koji su povezani sa klimatskim promjenama. Generalno se kao posljedica klimatskih promjena mogu očekivati promjene u godišnjem rasporedu vodostaja kao i kvalitetu vode. Takođe, na osnovu analize pluviometrijskog režima tokom ljetne sezone (JJA) u Banja Luci, očekivano je produženje bezvodnih i suvih perioda, kao rezultat smanjenih količina padavina tokom ljeta. Rezultat takvih promjena u trendovima pluviometrijskog režima dovode do potreba i potražnje za rješavanjem problema navodnjavanja i uopšte na racionalnom korištenju vodnih resursa. Nivo vode u riječnim tokovima će opasti, naročito u toku ljeta i rane jeseni, što će utjecati na kvalitet vode, na kontinuitet snabdijevanja pitkom vodom (posebno u ruralnim zajednicama) i na turizam.

Izrada strategija i analiza vodnih resursa neophodan je iz različitih oblasti i struke, kako bi akcenat bio na upravljanju rizicima od poplava, zaštiti od suše i požara.

LITERATURA

Локални еколошки акциони план за град Бањалуку за период 2016-2021. године. Бањалука, децембар, 2015 године. (http://www.banjaluka.rs.ba/wpcontent/uploads/2017/08/leap_2015.pdf) (Pristupljeno 1. april. 2025.)

Локални еколошки акциони план за град Бањалуку за период 2022-2027.. године. Бањалука, децембар, 2022. године. (https://www.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2023/12/LEAP-2022-2027-kona%C4%8Dna-verzija.pdf) (Pristupljeno 1. april. 2025.)

PRVI NACIONALNI IZVJEŠTAJ BOSNE I HERCEGOVINE U SKLADU SA OKVIRNOM KONVENCIJOM UJEDINJENIH NACIJA O KLIMATSKIM PROMJENAMA. (Oktobar 2009). Ministarstvo trgovine i ekonomskih odnosa BiH, Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju RS, Ministarstvo okoliša i turizma Federacije BiH. UNDP BIH. Banja Luka.

Republički zavod za statistiku Republike Srpske (rzs.rs.ba)

Trbić G., Popov T. (2023) *Klimatske promjene i životna sredina – trendovi i moguće posljedice*. Jakupović E., Govedar Z. (urednici) Značaj klimatskih promjena za životnu sredinu. Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, Zbornik radova: 1–16.

Trbić G., Ducić V., Rudan N., Anđelković G., Marković S. (2011). *Ekstremne padavine u Republici Srpskoj (analiza 2010. 2011. godine) Гласник/Herald*, *15*, 81–94.

Zekanović I., (2019). *Impacts of Climate Change on Water Resources of the Republic of Srpska (Entity of Bosnia and Herzegovina)-Geopolitical Aspect*, https://doi.org/10.1007/978-3-030-03383-5_24, Book series: Climate Change Adaptation in Eastern Europe – Mananging Risks and Building Resilience to climate change, Springer, Cham, Switzerland, p.p. 351-368.

http://www.unfccc.ba/site/pages/ranjivost_prilagodjavanje.php (Pristupljeno 1. april. 2025.)