

# Uticaj klimatskih promjena na učestalost ekstremnih padavina i suša na lokacijama Banja Luka, Bijeljina i Prijedor

Darko Borojević

Saša Marić

Milica Đorđević

# UVOD

- Globalna temperatura vazduha u stalnom je porastu, a porast je pogotovo izražen zadnjih decenija.
- Promjene srednjih količina padavina nisu uniformne i uglavnom su bile manje značajne, kako na globalnom tako i na regionalnom nivou.
- U periodu 1961. godine do danas, veći dio teritorije Bosne i Hercegovine karakterisalo je neznatno povećanje količine padavina na godišnjem nivou.
- U velikoj mjeri je poremećena godišnja raspodjela padavina kao i pojava sušnih perioda i perioda sa vrlo obilnim padavinama.
- Promjene u količini padavina izraženije su po sezonama, nego na godišnjem nivou, i razlikuje se od regije do regije.

# ULAZNI PODACI I METODE

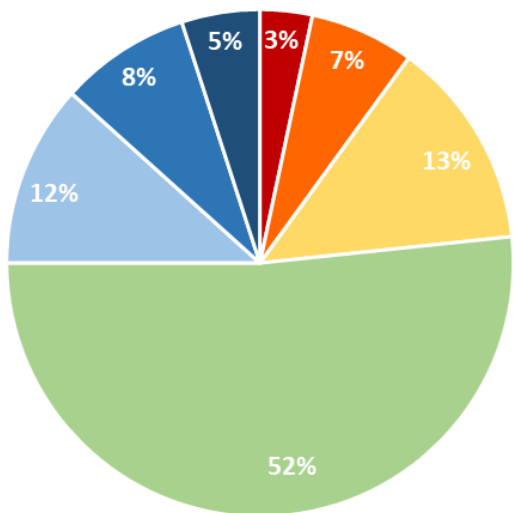


- Banja Luka, Bijeljina i Prijedor.
- Period analize 2014-2023. godina.
- Umjereno kontinentalna klima. Na količinu padavina znatno utiče blizina Mediterana (Prijedor i Banja Luka) kao i blizina Panonske nizije (Bijeljina).
- Za poređenje su korišteni referentni klimatski periodi Svjetske meteorološke organizacije 1961-1990. i 1991-2020. godina.

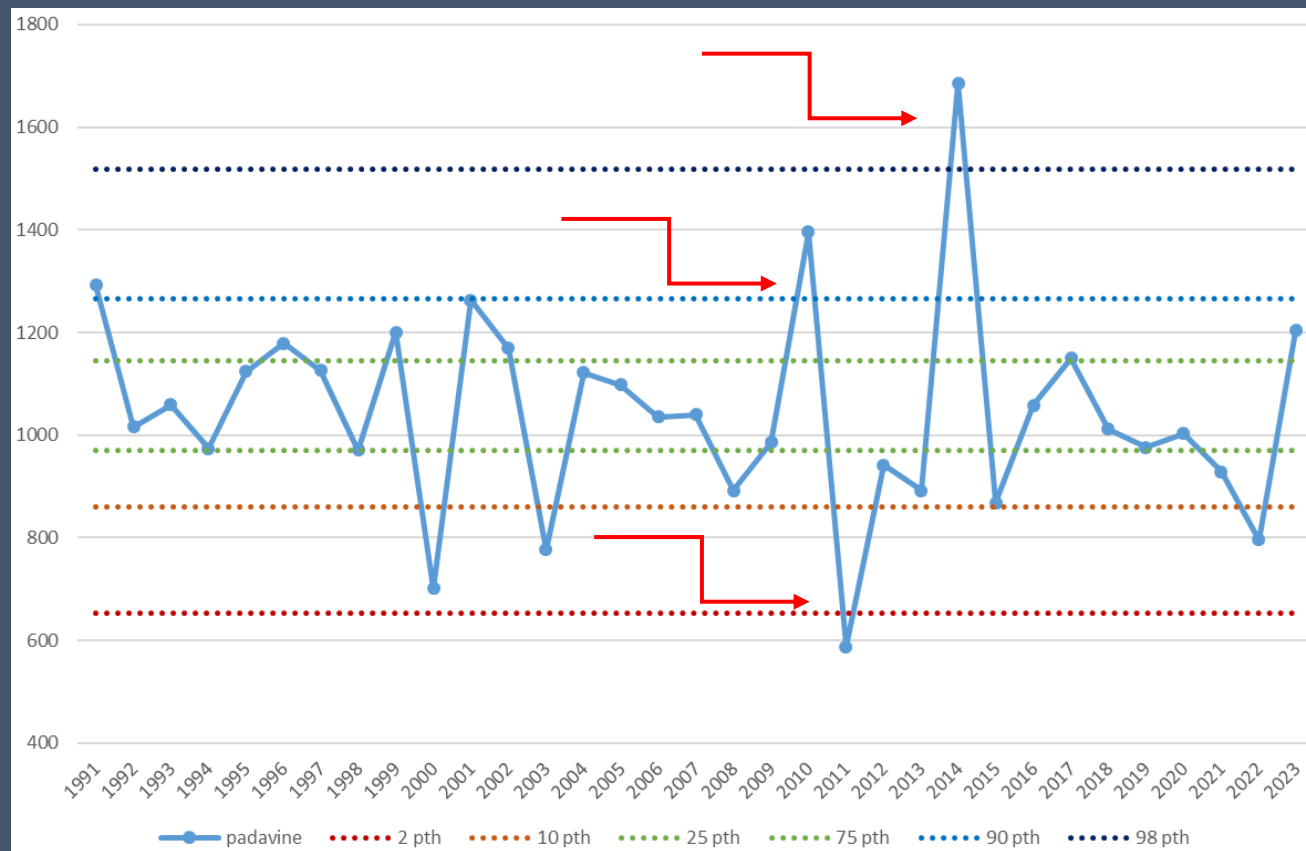
# BANJA LUKA

Godišnji prosjek	Padavine (mm)
1961-1990.	1028.4
1991-2020.	1053.1
2014-2023.	1068.2

Bez značajne promjene



■ ekstremno sušno    ■ vrlo sušno    ■ sušno  
■ normalno    ■ kišno    ■ vrlo kišno  
■ ekstremno kišno

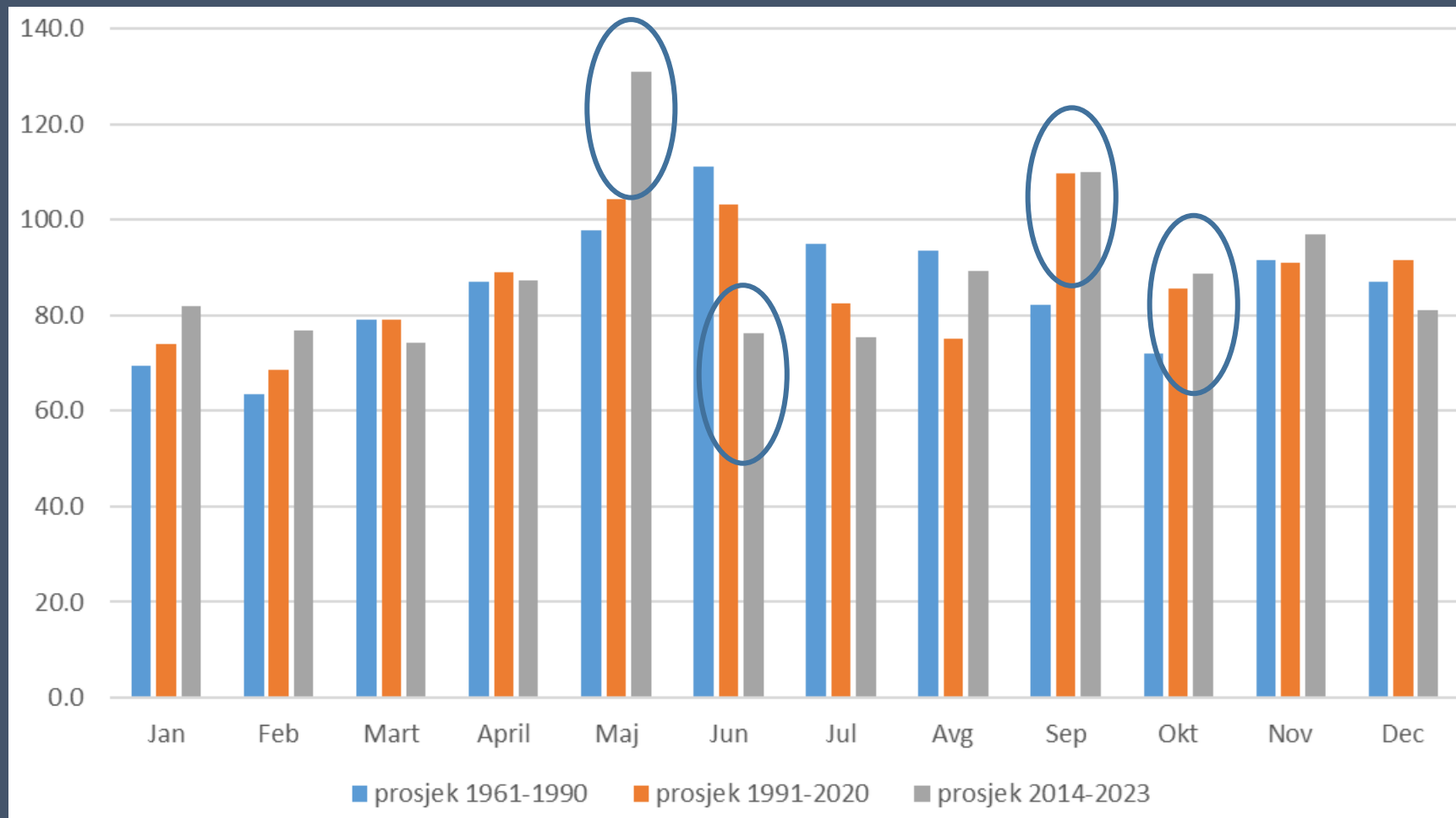


Godišnja količina padavina - Banja Luka (1991-2023.godina)

Blagi porast

Mjesečne količine padavina (2014-2023. godina) u odgovarajućim Conrad-Chapmanovim klasama

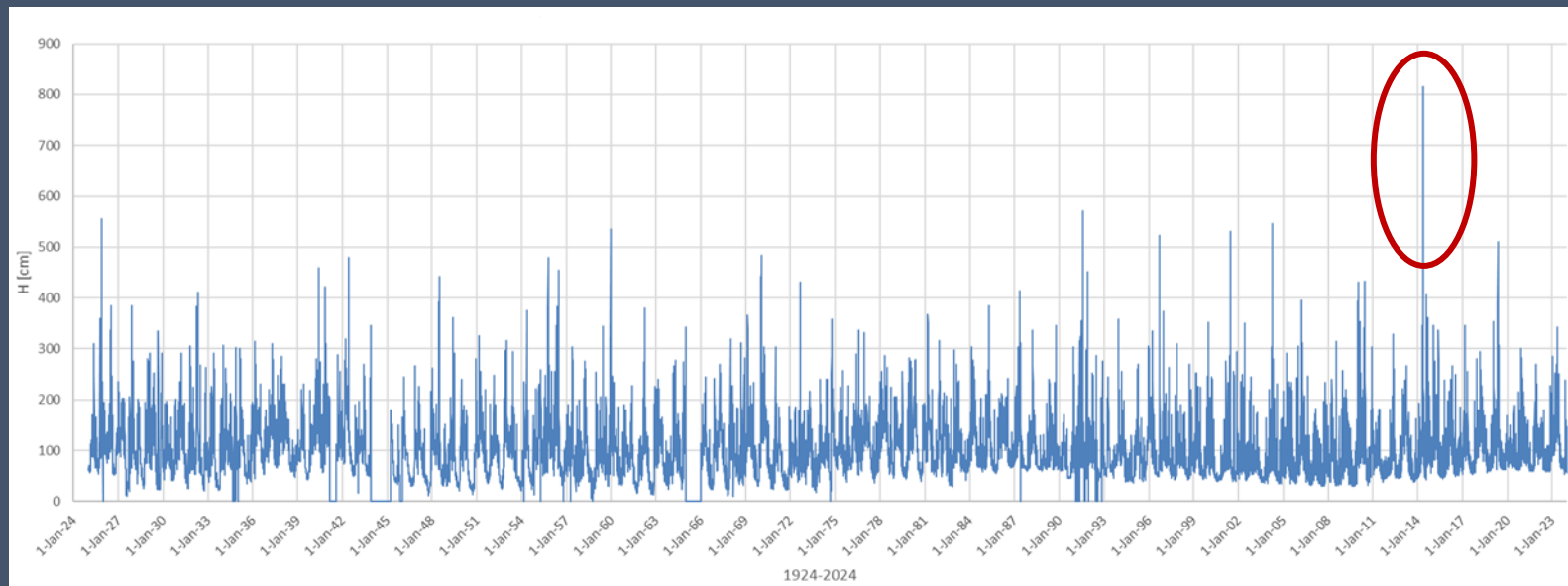
# BANJA LUKA



Mjesečni prosjek padavina - Banja Luka

- Promjene u rasporedu padavina po mjesecima.
- U maju značajan porast količine padavina, a junu značajno smanjenje količine padavina. **Mjesečni maksimum količina padavina se pomjerio sa juna na maj mjesec.**
- U ljetnjim mjesecima se primećuje smanjenje količine padavina što se podudara sa pojavom suše (2015, 2017, 2022. godina).
- Pojava sekundarnog maksimuma količine padavina u jesen što se povezuje sa pojačanom aktivnošću ciklona u Mediteranu (đenovski ciklon) poslije vrlo toplih ljetnjih mjeseci.

# BANJA LUKA - Ekstremni događaji i vodostaji



Najekstremniji događaji u poslednjih 10 godina su obilne padavine i poplave iz maja i avgusta 2014. godine. 2014. godina je bila godina sa najvećom količinom padavina u periodu 1961-2023, a april i avgust su takođe imali najveću količinu padavina.

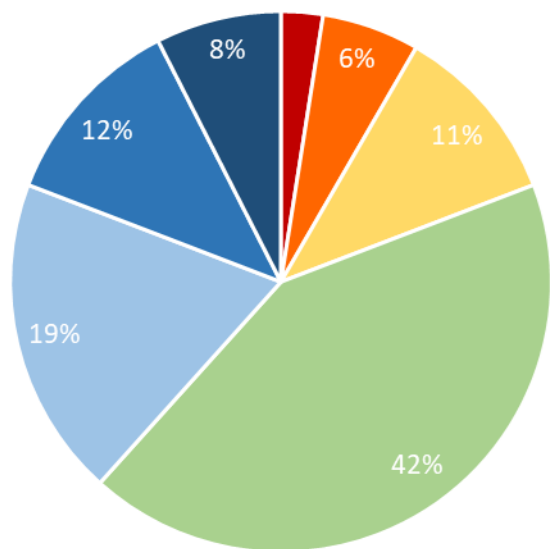
Vodostaj rijeke Vrbas (1924-2024. godina), hidrološka stanica Delibašino selo

- Najviši vodostaj na rijeci Vrbas u zadnjih 100 godina izmjereno je u maju 2014. godine.
- U avgustu 2014. zabeležena je pojava jakih urbanih bujičnih poplava.
- I u maju 2019. su registrovane poplave, a zabeležen je novi rekord za najveću količinu padavina u maju mjesecu.
- Urbanih bujičnih poplava je bilo i u ljeto 2023. U ljeto 2015, 2017. i 2022. registrovana je pojava dugotrajne suše.

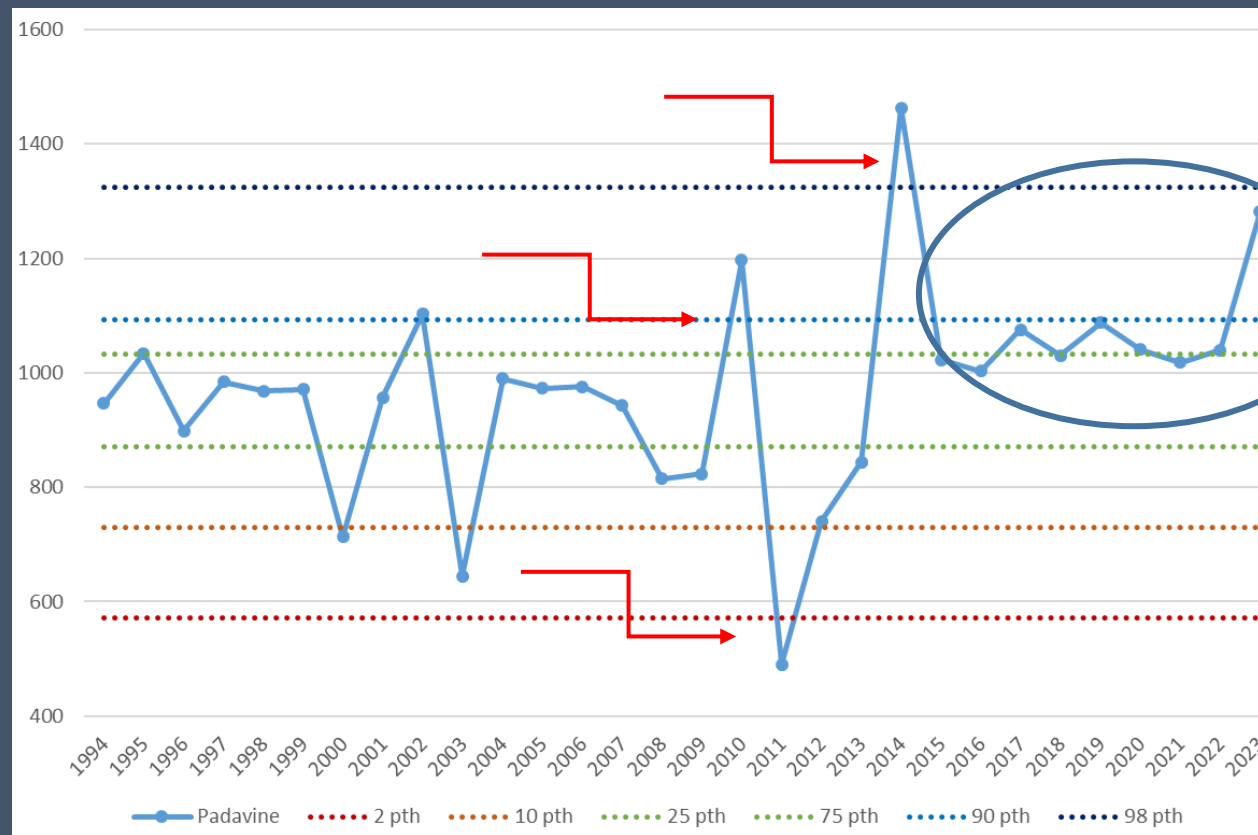
# PRIJEDOR

Godišnji prosjek	Padavine (mm)
1961-1990.	893.5
1994-2020.	953.1
2014-2023.	1106.4

Značajan porast, 25%



■ ekstremno sušno    ■ vrlo sušno    ■ sušno  
■ normalno    ■ kišno    ■ vrlo kišno  
■ ekstremno kišno

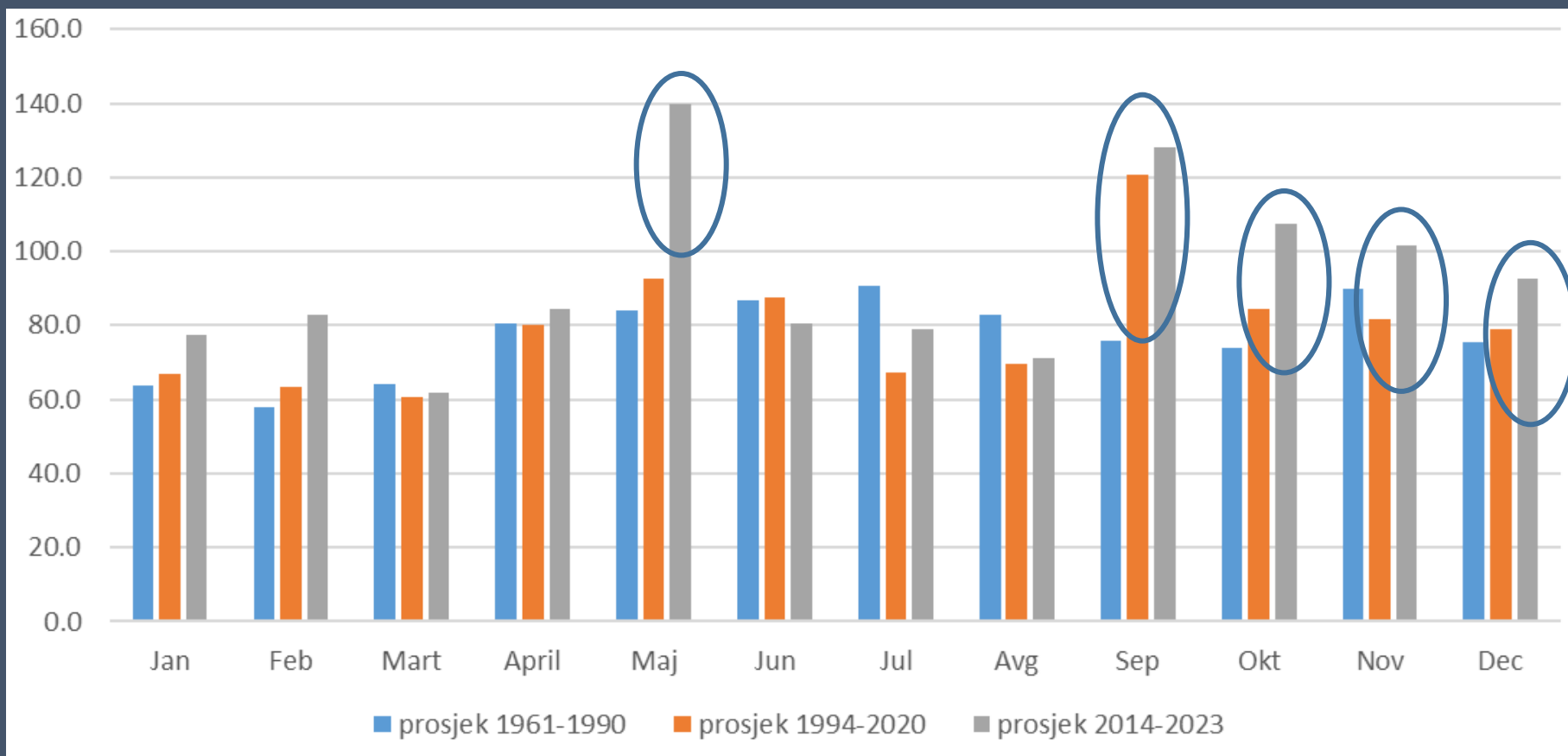


Godišnja količina padavina - Prijedor (1994-2023.godina)

Porast „kišnih mjeseci“  
Smanjenje „normalnih“

Mjesečne količine padavina (2014-2023. godina) u odgovarajućim Conrad-Chapmanovim klasama

# PRIJEDOR



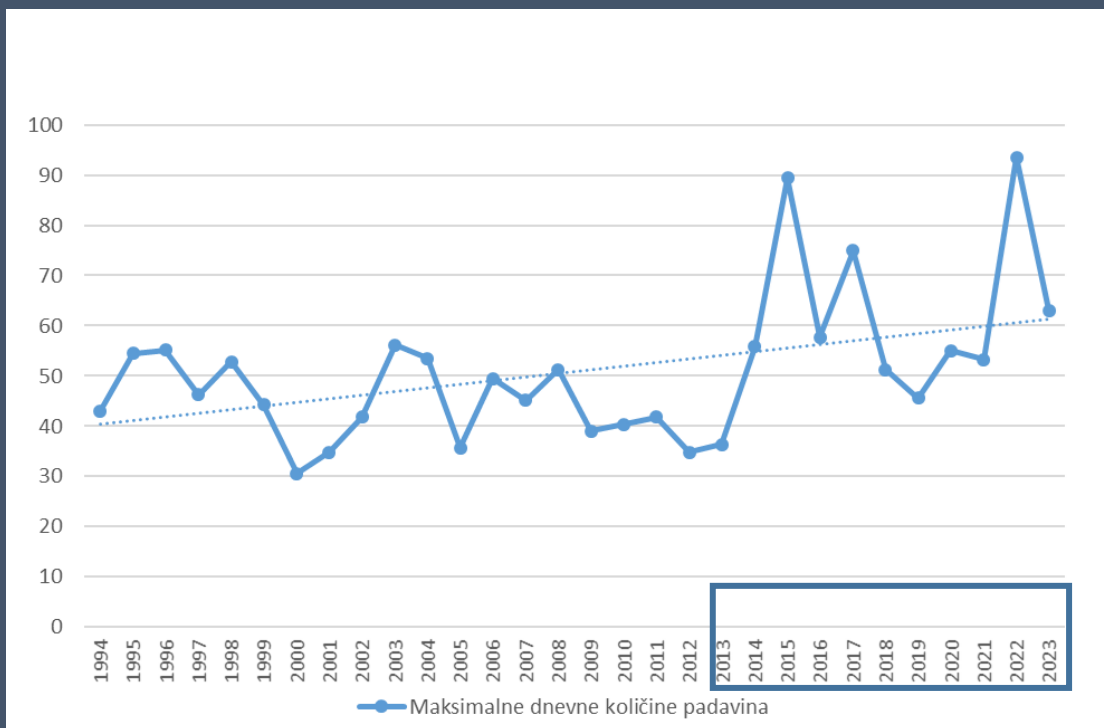
Mjesečni prosjek padavina - Prijedor

- U maju značajan porast količine padavina, oko 65% u odnosu na period 1961-1990.
- Izražen porast količine padavina i u jesen, pogotovo u septembru koji ima povećanje količine padavina za oko 70% u odnosu na period 1961-1990. Porast količine padavina se nastavlja i tokom zime.
- Izraženiji cikloni iz Mediterana (đenovski ciklon) poslednjih godina donose vrlo obilne padavine regionu slivova rijeka Une i Sane gde je došlo i do porasta broja bujičnih poplava i poplava u jesenjem i zimskom periodu.
- U ljetnjim mjesecima se primećuje blago smanjenje količine padavina, izraženije u avgustu.

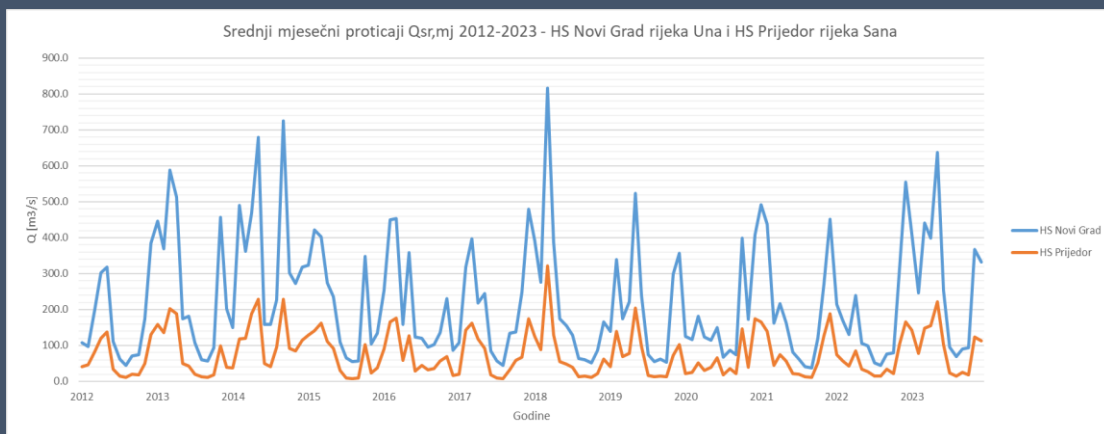
# PRIJEDOR- Ekstremni događaji i vodostaji

- Pored ekstremnih poplava u maju 2014. godine, poplave su zahvatile Prijedor i 2019, 2022, 2023, a bujične poplave na malim rijekama u okolini Prijedora su postale uobičajena pojava.
- Nagli porast maksimalnih dnevnih količina padavina. Obilne padavine u kratkom periodu dovode do pojave bujičnih poplava na malim vodotocima i urbanih bujičnih poplava.

Maksimalne dnevne količine padavina - Prijedor  
(1994-2023.godina)



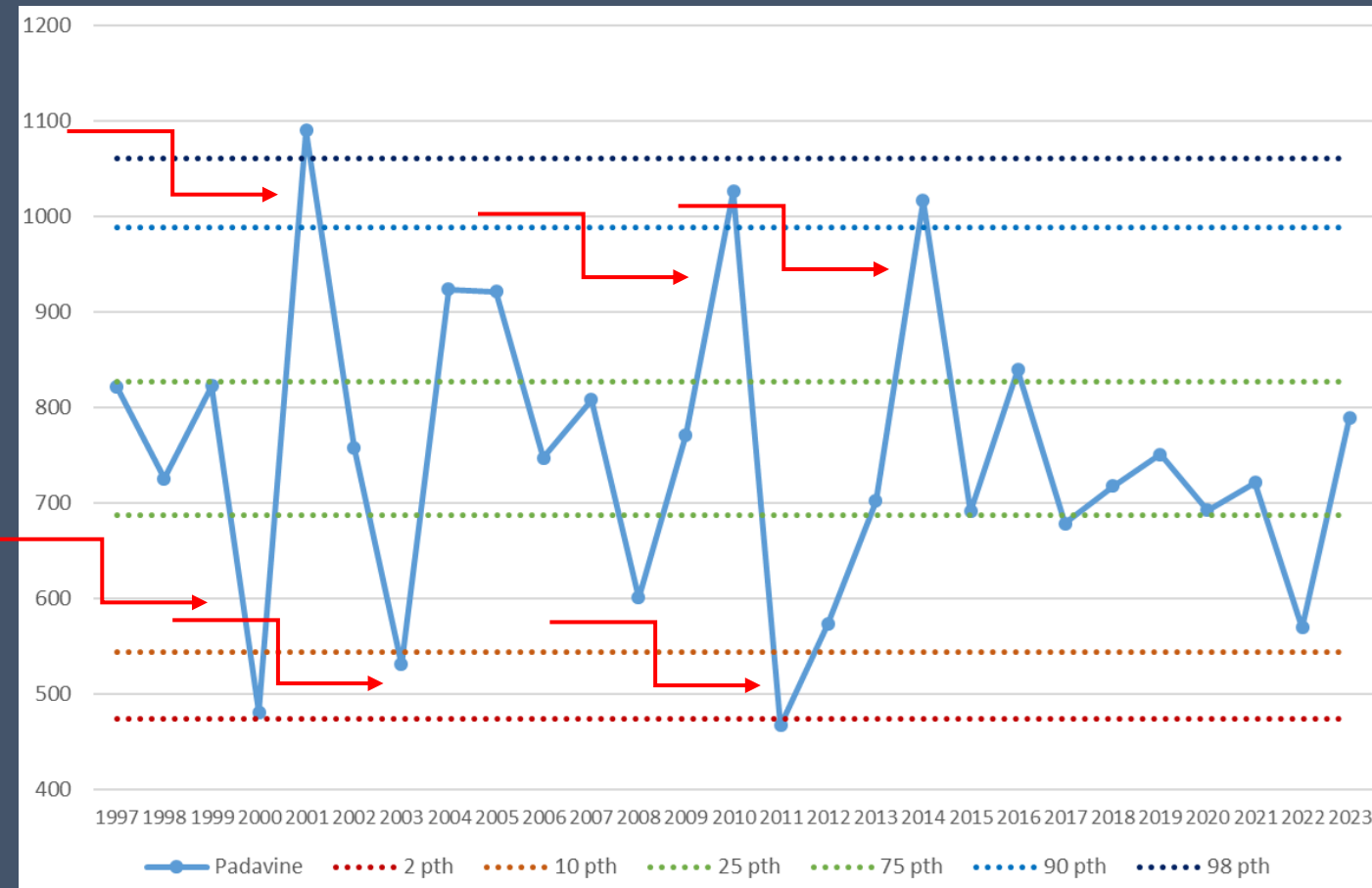
Srednji mjesečni proticaji na hidrološkim stanicama  
Novi Grad i Prijedor za period 2012.-2023.



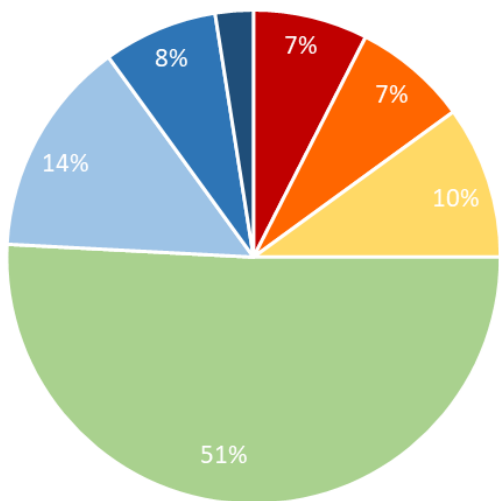
# BIJELJINA

Godišnji prosjek	Padavine (mm)
1961-1990.	736.9
1997-2020.	756.6
2014-2023.	746.7

Bez značajne promjene



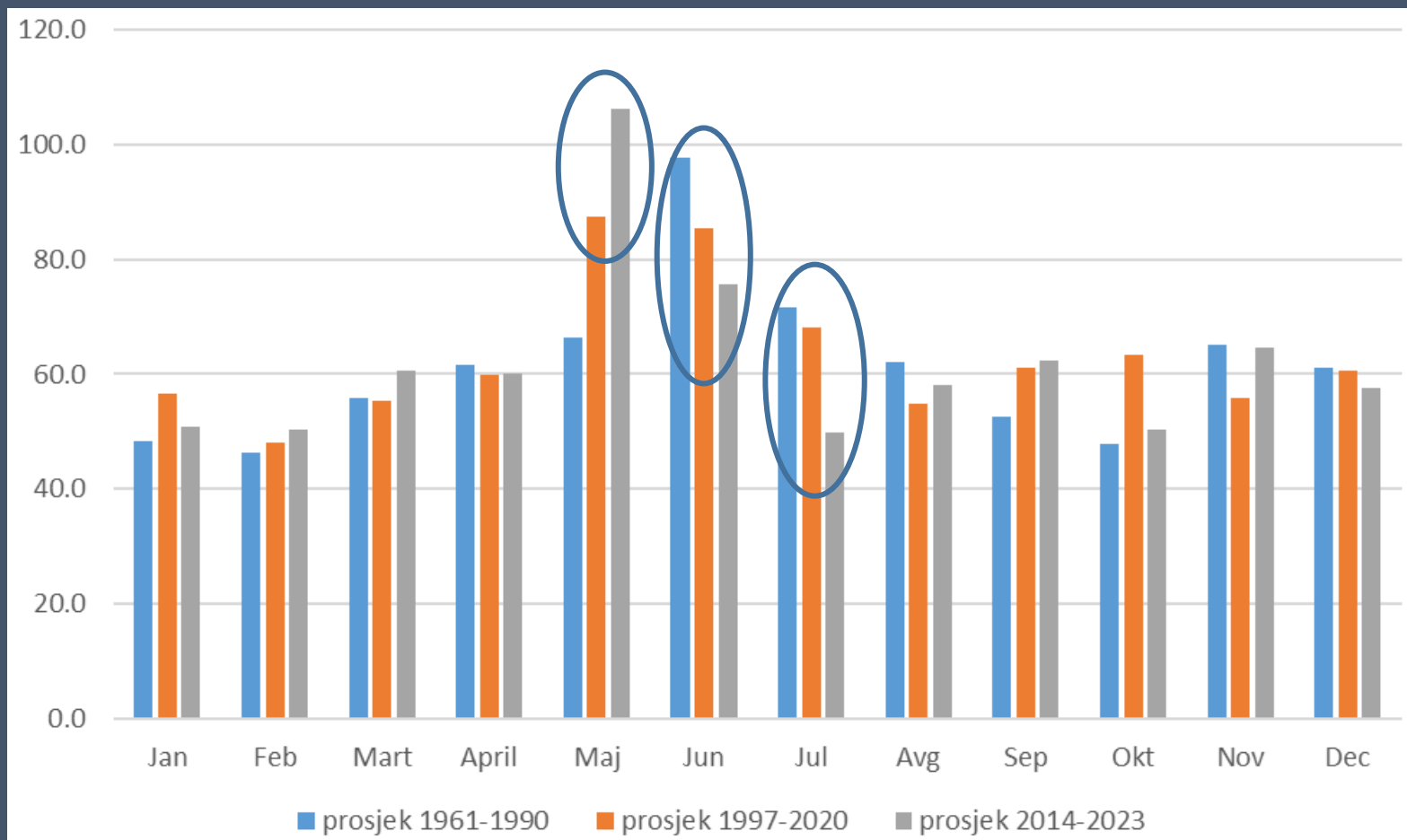
Godišnja količina padavina - Bijeljina (1997-2023.godina)



Porast „vrlo i ekstremno sušnih“ mjeseci

Mjesečne količine padavina (2014-2023. godina) u odgovarajućim Conrad-Chapmanovim klasama

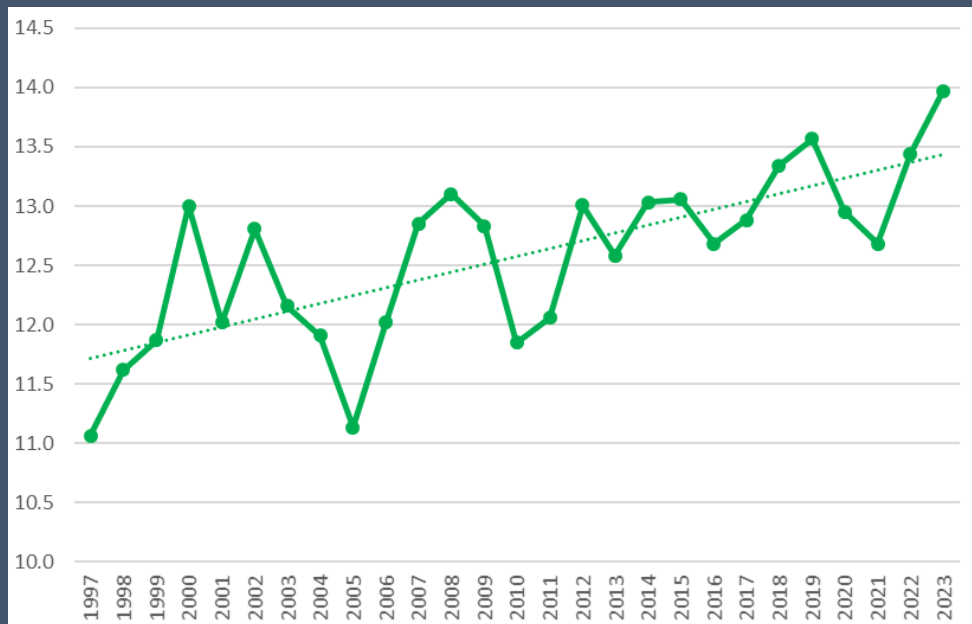
# BIJELJINA



Mjesečni prosjek padavina - Bijeljina

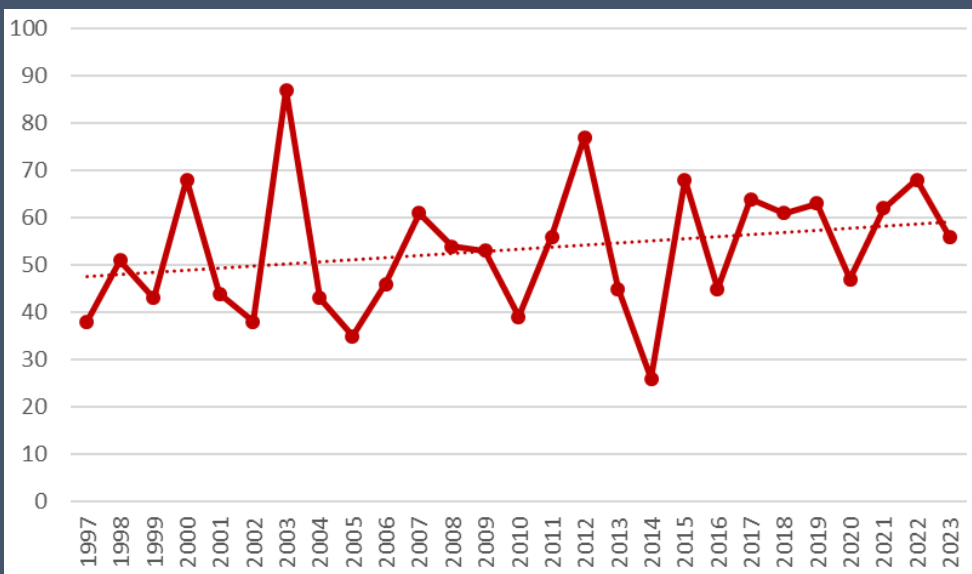
- U maju je primjetan značajan porast količine padavina, oko 60% u odnosu na period 1961-1990, a u junu je došlo do smanjenja padavina za oko 25%.
- Mjesečni maksimum količine padavina se pomjerio sa juna na maj mjesec. Smanjenje količine padavina je primjetno i u julu.
- Izražena pojava vrlo sušnih i ekstremno sušnih ljetnjih mjeseci, a sušni periodi se sve češće javljaju i u zimskom periodu.
- Ljetnje padavine se uglavnom javljaju u vidu jakih kratkotrajnih lokalnih pljuskova kada u samo nekoliko dana (ponekad i nekoliko sati) padne mjesečna količina padavina dok je tokom većeg dijela ljeta suvo bez padavina.

# BIJELJINA- Ekstremni događaji



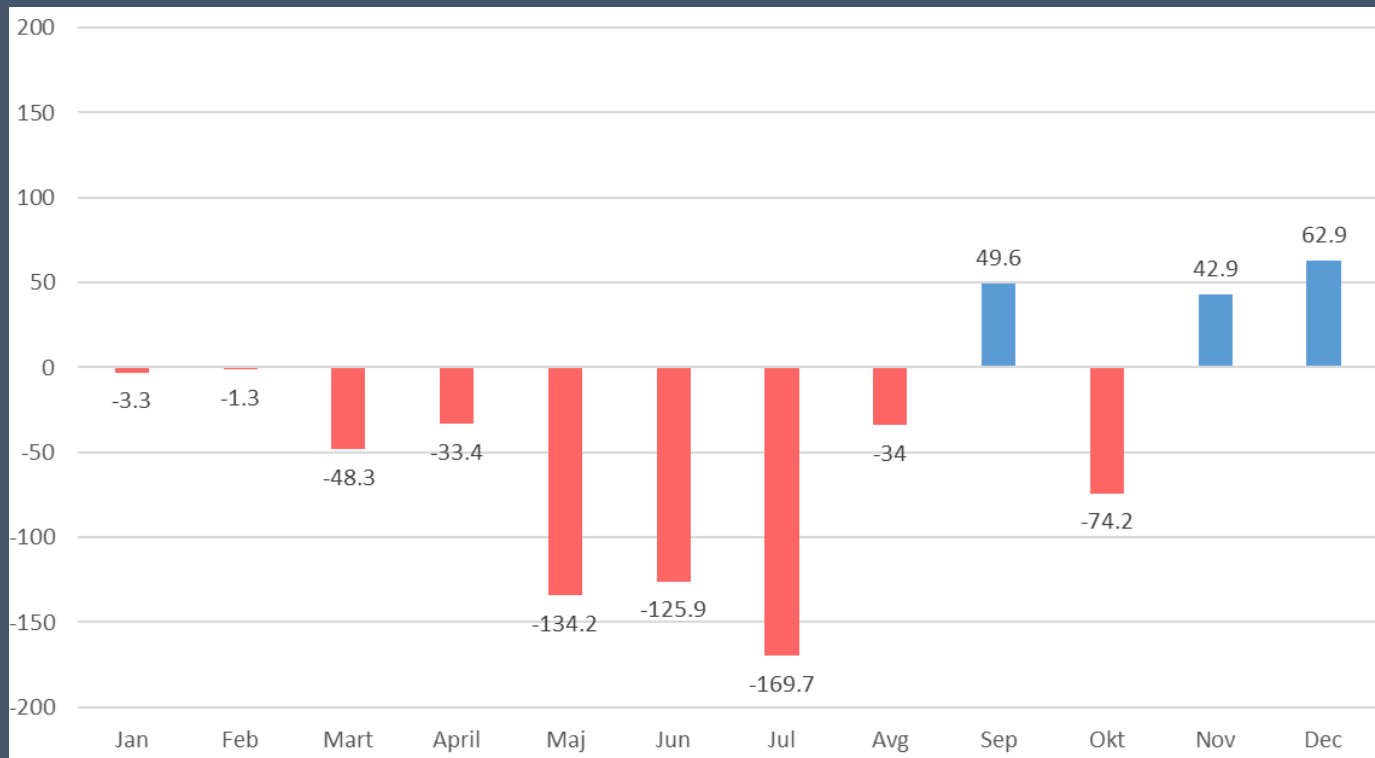
- Jake poplave su zahvatile i Bijeljину 2014. godine. U periodu april-maj 2014. palo je 46.5% od prosječne godišnje količine padavina.
- Poslednjih deset godina sve je učestalija pojava manjka padavina u ljetnjim mjesecima koja u kombinaciji sa naglim porastom srednje temperature i porastom broja vrlo toplih tropskih dana (dani sa maksimalnom temperaturom  $>30^{\circ}\text{C}$ ) dovodi do pojave ekstremnih suša (2015, 2017, 2021, 2022).

Srednja godišnja temperatura – Bijeljina (1997-2023. godina)



Broj tropskih dana – Bijeljina (1997-2023. godina)

# BIJELJINA- Ekstremni događaji – 2022. godina



Vodni bilans – Bijeljina 2022. godina

- Tokom 2022. čak 4 mjeseca su bila u kategoriji „ekstremno sušno“, 2 u kategoriji „vrlo sušno“ i 1 u kategoriji „sušno“.
- Koliko je bila izražena suša 2022. godine može se videti i iz vodnog bilansa (razlika između padavina i potencijalne evapotranspiracije).
- Vodni bilans je bio negativan tokom većeg dijela godine, posebno izražen tokom proljeća i ljeta.
- Tokom ljetnih mjeseci primjetni su dugi sušni periodi (i duže od mjesec dana bez kiše) koji su zatim prekinuti kratkotrajnim jakim ljetnim pljuskovima. Pojava jakih ljetnih pljuskova često utiče na to da mjesečne količine padavina budu u kategoriji „normalno“ iako je u realnosti tokom većeg dijela mjeseca bilo sušno.

# ZAKLJUČAK

- Na sve tri analizirane lokacije prisutna je promjena u godišnjem rasporedu padavina, kao i porast mjeseci sa ekstremnim količinama padavina i sa izrazitim manjkom padavina.
- Analiza prosječnih godišnjih količina padavina uglavnom ne ukazuje na značajne promjene u količini padavina.
- Značajne su razlike u promjeni količina padavina od regije do regije: povećanje količina i sve češća pojava „kišnih, vrlo kišnih i ekstremno kišnih“ mjeseci na zapadu Bosne i Hercegovine, do smanjenja ljetnih količina padavina i porasta pojave „ekstremno sušnih“ mjeseci na sjeveroistoku (Bijeljina).
- Obilne padavine (pogotovo u maju i tokom jeseni) dovode do sve češće pojave poplava, a porast i intenziteta i učestalosti obilnih padavina u kratkom periodu dovodi do sve češće pojave bujičnih poplava na malim vodotocima i urbanih bujičnih poplava.
- Buduća istraživanja i analize potrebno je vršiti na osnovu dnevnih vrijednosti količina padavina kao i na osnovu ekstremnih događaja, s obzirom da godišnje i prosječne vrijednosti, a ponekad i mjesečne vrijednosti, ne odražavaju realno stanje.
- S obzirom na to da klimatski modeli ukazuju na još intenzivnije promjene klime do kraja vijeka, potrebno je vršiti detaljnija istraživanja uticaja klimatskih promjena na učestalost ekstremnih padavina i suša kao i njihov uticaj na upravljanje rizicima od poplava, požara na otvorenom, zdravlje, poljoprivredu, vodoprivredu, energetiku, građevinarstvo, turizam... kao i sveobuhvatni socioekonomski uticaj.