

Izračun trendova vodostaja i protoka na hidrološkoj postaji Podsused-žičara

Sziller, Laura

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:268040>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij Geološkog inženjerstva

IZRAČUN TRENDOVA VODOSTAJA NA HIDROLOŠKOJ POSTAJI PODSUSED-
ŽIČARA

Završni rad

Laura Sziller

GI 2120

Zagreb, 2021.

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

IZRAČUN TRENDOVA VODOSTAJA NA HIDROLOŠKOJ POSTAJI PODSUSED-
ŽIČARA

Laura Sziller

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Glavni cilj završnog rada bio je odrediti trendove vodostaja koji se temelje na podacima o dnevnim vrijednostima zadanog vodostaja od 1930. do 2019. godine. Podaci koji su korišteni u radu dobiveni su od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda za hidrološku postaju Podsused-žičara. Podaci su obrađeni regresijskom analizom u programu Microsoft Office Excel. Izračunati su trendovi za maksimume, minimume i srednje vrijednosti vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini, kao i njihova statistička značajnost. Na kraju rada je prikazana usporedba između trendova maksimuma i minimuma na godišnjoj razini. Rezultati upućuju na to da je trend razlike između minimalnih i maksimalnih vodostaja uzlazan i statistički značajan.

Ključne riječi: vodostaj, trend, linearna regresija, maksimum, minimum, srednja vrijednost

Završni rad sadrži: 26 stranica, 6 tablica, 16 slika i 8 referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Mentor: Doc. dr. sc. Zoran Kovač

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Zoran Kovač

Izv. prof. dr. sc. Jelena Parlov

Prof. dr. sc. Zoran Nakić

Datum obrane: 21.09.2021., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Geološke i hidrogeološke značajke istraživanog područja.....	2
2.1. Hidrološka postaja Podsused-žičara.....	2
2.2. Geološke značajke.....	4
2.3. Hidrogeološke značajke	5
3. Metodologija	7
3.1. Regresijska analiza.....	7
3.2. Studentov (t-test).....	9
3.3. Podaci.....	9
4. Rezultati	10
4.1. Trendovi vodostaja.....	10
4.1.1. Maksimalne vrijednosti vodostaja.....	10
4.1.2. Minimalne vrijednosti vodostaja.....	14
4.1.3. Srednje vrijednosti vodostaja	18
4.2. Usporedba maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini.....	22
5. Zaključak.....	24
6. Literatura.....	25

Popis slika

Slika 2.1. Lokacija Hidrološke postaje Podsused-žičara (meteo.hr/infrastruktura)	2
Slika 2.2. Poprečni presjek korita rijeke Save na hidrološkoj postaji Podsused-žičara (DHMZ)	3
Slika 2.3. Geološka karta zagrebačkog područja (Bačani i Šparica, 2001, preuzeto iz Poropat, 2016.)	4
Slika 2.4. Shematski profil zagrebačkog vodonosnog sustava (Posavec, 2006)	5
Slika 2.5. Prostiranje glavnih hidrogeoloških značajki osnovnih vodonosnika u grupiranom vodenom tijelu Zagreb (Nakić i dr., 2016.)	6
Slika 3.1. Prikaz trenda izračunatog pomoću minimalnih vrijednosti vodostaja u mjesecu studenom na postaji Podsused-žičara (1930. – 2019.)	7
Slika 4.1. Vrijednost maksimuma vodostaja u siječnju (1930.-2019.)	12
Slika 4.2. Grafički prikaz trenda maksimalne vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini	12
Slika 4.3. Grafički prikaz trenda maksimalne vrijednosti vodostaja za prosinac (1930.-2019.)	13
Slika 4.4. Vrijednost minimuma vodostaja u rujnu (1930.-2019.)	16
Slika 4.5. Vrijednost minimuma vodostaja u listopadu (1930.-2019.)	16
Slika 4.6. Grafički prikaz trenda minimalne vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini	17
Slika 4.7. Grafički prikaz trenda srednje vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini	20
Slika 4.8. Grafički prikaz trenda srednje vrijednosti vodostaja za ožujak (1930.-2019.)	20
Slika 4.9. Usporedba maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini	23
Slika 4.10. Razlika trendova maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini ...	23

Popis tablica

Tablica 4.1. Maksimalne vrijednosti vodostaja.....	11
Tablica 4.2. Rezultati t-testa za vrijednosti maksimuma vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini	13
Tablica 4.3. Minimalne vrijednosti vodostaja	15
Tablica 4.4. Rezultati t-testa za vrijednosti minimum vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini ...	17
Tablica 4.5. Srednja vrijednost vodostaja	19
Tablica 4.6. Rezultati t-testa za srednju vrijednost vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini	21

1. Uvod

Svrha završnog rada bila je izračun trendova vodostaja na hidrološkoj postaji Podsused-žičara, koja se nalazi na zapadnom dijelu Grada Zagreba, pripada vodotoku i slivnom području rijeke Save. Podatke o dnevnim vrijednostima vodostaja za razdoblje od 1930. do 2019. godine ustupio je Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ).

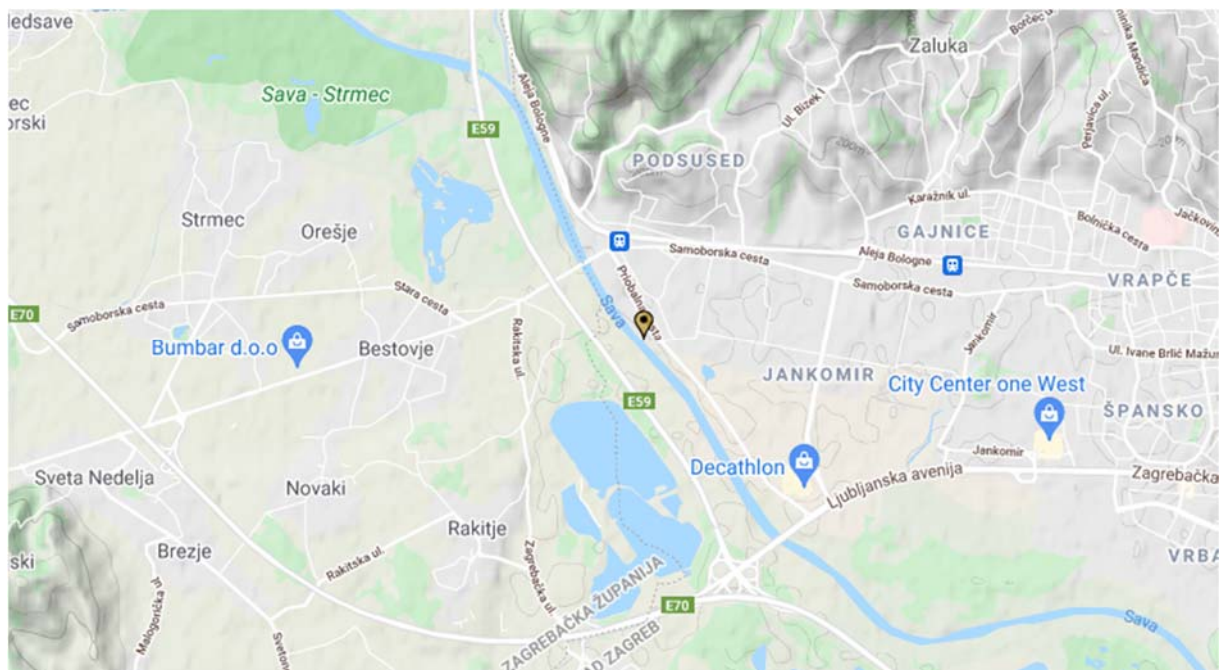
Podaci su obrađeni i interpretirani u programu Microsoft Office Excel, pomoću linearne regresijske analize, a za izračun statističke značajnosti korišten je Studentov t-test. Na mjesečnoj i godišnjoj razini izračunati su trendovi. Grafički su prikazani trendovi za maksimalne, minimalne i srednje vrijednosti vodostaja.

2. Geološke i hidrogeološke značajke istraživanog područja

2.1. Hidrološka postaja Podsused-žičara

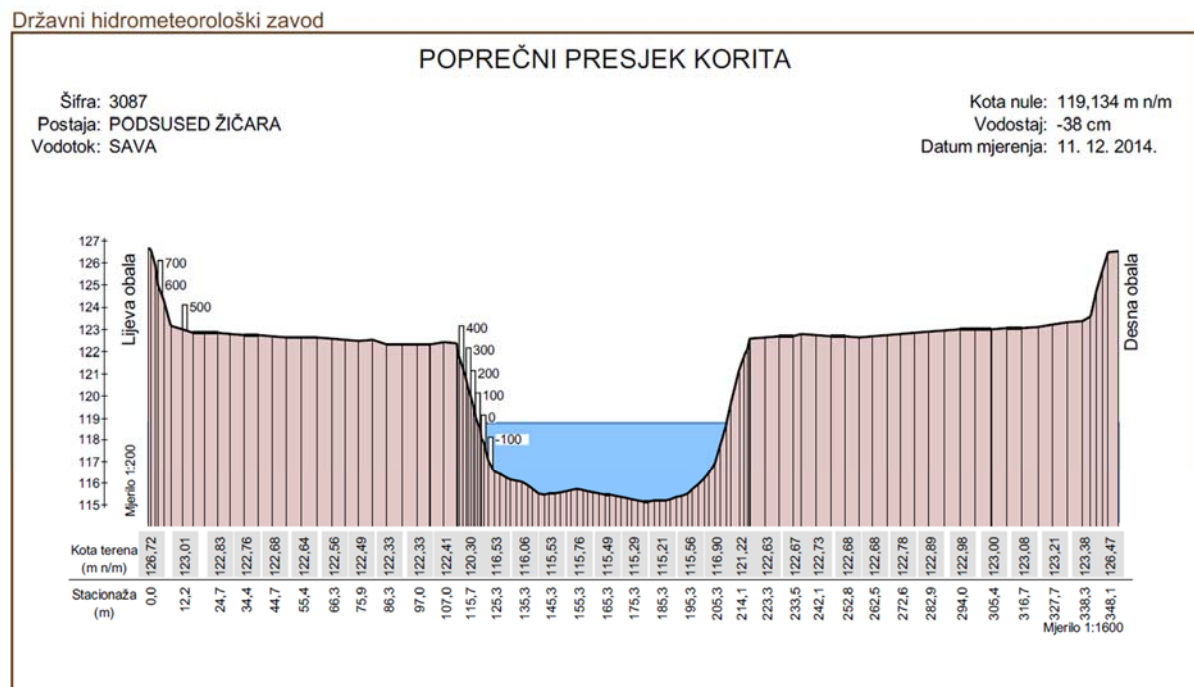
Hidrološka postaja Podsused-žičara započela je sa radom 01. 01. 1885. godine. Kota nule vodostaja iznosi 119,134 m. n. m (meteo.hr).

Lokacija postaje Podsused-žičara prikazana je na slici 2.1.



Slika 2.1. Lokacija Hidrološke postaje Podsused-žičara (meteo.hr/infrastruktura)

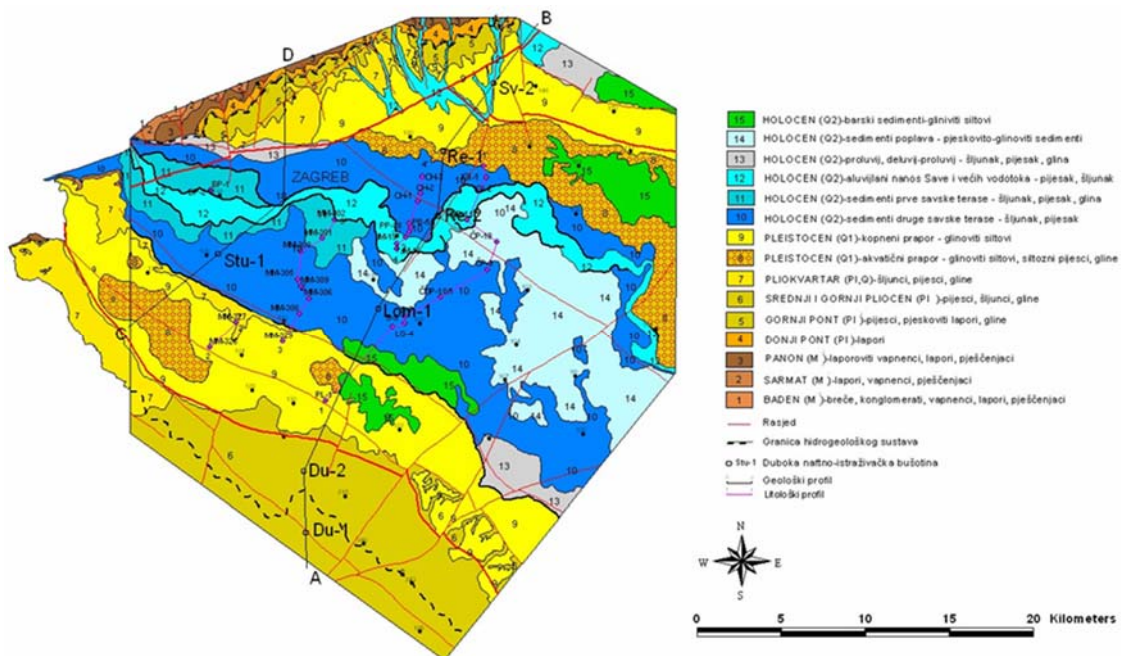
Rijeka Sava je najdulja rijeka u Hrvatskoj, ukupne duljine 946 km od kojih područjem Hrvatske prolazi 510 km. Rijeka Sava izvire u sjeverozapadnoj Sloveniji i pritok je rijeke Dunav. Nastaje spajanjem Save Dolinke i Save Bohinjke, a ulijeva se u rijeku Dunav u Srbiji. Ušće Save je u Beogradu. Sava protječe kroz četiri države, čini riječnu granicu između Republike Hrvatske i Republike Bosne i Hercegovine te između Republike Bosne i Hercegovine i Republike Srbije. Površina sliva rijeke Save je 95.720 km². Pritoci rijeke Save od izvora prema ušću su lijevi (Savinja, Sutla, Krapina, Lonja, Orljava i Bosut) i desni (Ljublanica, Krka, Kupa, Una, Jablanica, Vrbas, Ukrina, Bosna, Tinja, Drina i Kolubara). Poprečni presjek korita Save na hidrološkoj postaji Podsused-žičara dana 11. 12. 2014. godine prikazan je na slici 2.2. (voda.hr/rijeka-sava, zgportal.com/rijeka-sava).



Slika 2.2. Poprečni presjek korita rijeke Save na hidrološkoj postaji Podsused-žičara
 (DHMZ)

2.2. Geološke značajke

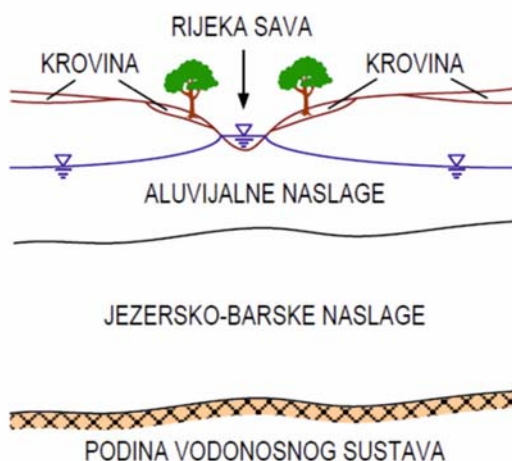
Zagrebački vodonosnik čine srednje i gornje pleistocenske te holocenske naslage. U profilu se razlikuju dva vodonosna sloja, nastala u različitim uvjetima taloženja. Dublji vodonosni sloj dominantno čine jezersko-barske naslage, plići sloj je pretežito zastupljen aluvijalnim naslagama rijeke Save. Dublji vodonosni slojevi taloženi su u srednjem i gornjem pleistocenu. Tijekom pleistocena Medvednica, Marijagorička brda i Žumberačko gorje, bilo je podložno intenzivnoj eroziji i denudaciji. Uslijed tih procesa trošeni materijal nošen je potocima i taložen u jezerima i močvarama (Velić i Saftić, 1991). Obzirom da su dublji vodonosni slojevi jezersko-barske naslage, u svom sastavu imaju razne udjele pijeska, šljunka, gline te praha. Plići vodonosni slojevi taloženi su tijekom holocena. Tada su tektonski i klimatski procesi omogućili prodor rijeke Save čime je započeo transport i donos materijala s područja Alpa (Velić i Durn, 1993). Vodonosni slojevi su izgrađeni od aluvijalnih naslaga, uglavnom šljunaka i pijesaka. Zbog čestih klimatskih promjena transport materijala bio je promjenljivog intenziteta. Za vrijeme toplih i vlažnih razdoblja transport materijala je bio puno intenzivniji nego za vrijeme suhih i hladnih razdoblja. Na procese i uvjete taloženja utjecala je i tektonika (Velić i dr., 1999). Na slici 2.3. prikazana je rasprostranjenost površinskih naslaga na geološkoj karti zagrebačkog područja.



Slika 2.3. Geološka karta zagrebačkog područja (Bačani i Šparica, 2001, preuzeto iz Poropat, 2016.)

2.3. Hidrogeološke značajke

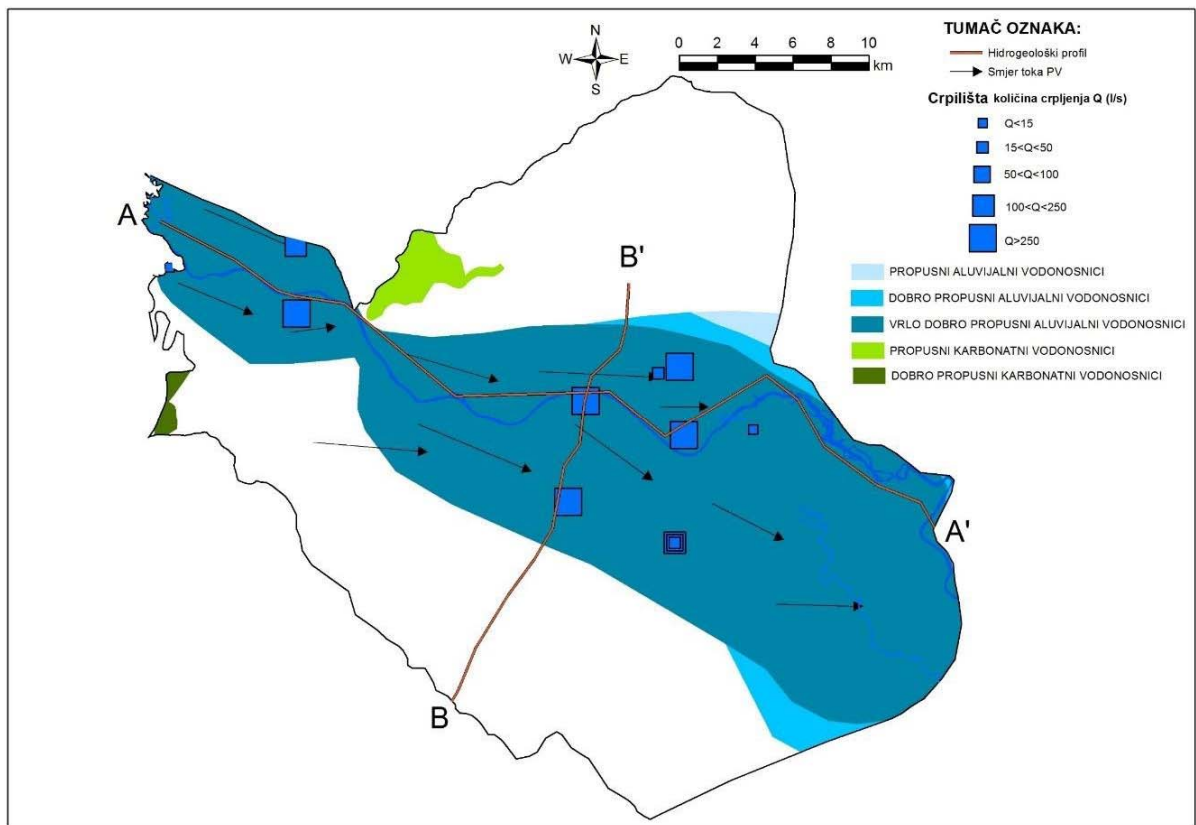
Zagrebački vodonosnik je otvoreni vodonosnik, što znači da je predstavljen saturiranim dijelom propusnog sloja koji se proteže od nepropusne podine do vodne plohe pod atmosferskim tlakom. Krovinu vodonosnika čine slabo propusne naslage koje su ili vrlo male debljine, svega nekoliko metara, ili su potpuno odsutne. Tek se u jugoistočnom dijelu ili u rubnim područjima vodonosnika povećava debljina slabo propusne krovine i do petnaestak metara. Podinu vodonosnog sustava izgrađuju slabopropusne naslage. Debljine vodonosnika su raznolike, a kreću se od nekoliko metara pa sve do otprilike 100 m. Zagrebački vodonosnik sastoji se od dva vodonosna sloja povezana u jednu hidrauličku cjelinu. Slika 2.4. prikazuje shematski profil zagrebačkog vodonosnog sustava. Rubne granice vodonosnika čine nepropusna granica na sjeveru, granica dotjecanja na zapadu, granica dotjecanja na jugu te granica otjecanja na istoku. Generalni smjer toka podzemne vode je od zapada prema istoku/ jugoistoku (Posavec, 2006).



Slika 2.4. Shematski profil zagrebačkog vodonosnog sustava (Posavec, 2006)

Podzemne vode prihranjuju se i procjeđivanjem oborina kroz polupropusni površinski sloj te dotokom vode s okolnih gorja (Medvednica, Samoborsko Gorje, Vukomeričke Gorice). Rijeka Sava za vrijeme srednjih i niskih vodostaja na pojedinim dijelovima toka drenira vodonosnik dok za vrijeme visokih vodostaja napaja vodonosnik. Napajanje vodonosnika iz rijeke Save najviše ovisi o protoku, trajanju vodostaja, brzini toka i temperaturi koja utječe na hidrauličku vodljivost naslaga korita rijeke Save i razini podzemne vode kao i karakteristikama vodonosnika (Posavec, 2006).

Vodopostroba Grada Zagreba ovisi o zagrebačkom vodonosniku, odnosno o zalihama podzemnih voda istog. Grad Zagreb leži na šljunkovitim aluvijalnim nanosima rijeke Save koje sadržavaju velike količine podzemne vode prirodno profiltrirane. Vodonosnik je osnova vodopostroba grada Zagreba ([Vodopostroba ZG](#)). Na slici 2.5. prikazano je prostiranje glavnih hidrogeoloških značajki u vodenom tijelu Zagreb.



Slika 2.5. Prostiranje glavnih hidrogeoloških značajki osnovnih vodonosnika u grupiranom vodenom tijelu Zagreb (Nakić i dr., 2016.)

3. Metodologija

3.1. Regresijska analiza

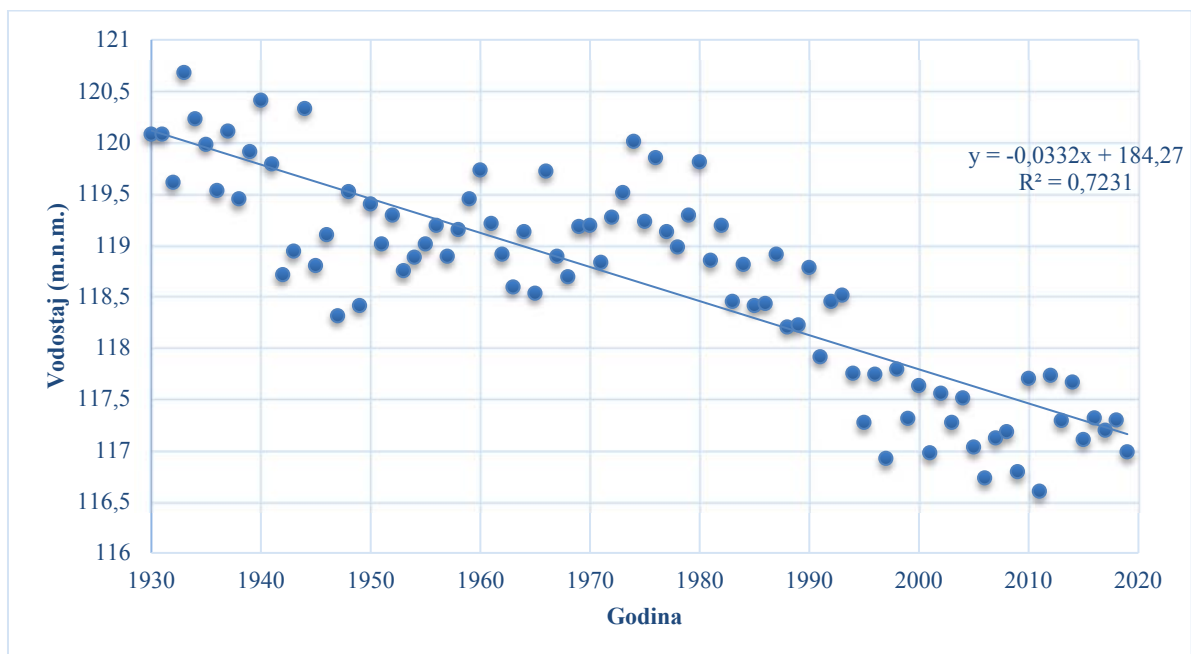
Regresijska analiza predstavlja skup statističkih postupaka koji služe za određivanje odnosa između jedne zavisne varijable i jedne ili više nezavisnih varijabli. Podaci se prikazuju u dijagramu raspršenosti iz kojeg se zaključuje grupiraju li se točke oko pravca ili krivulje.

Linearna regresija predstavlja zavisnost jedne varijable (Y) o jednoj nezavisnoj varijabli (X). Funkcija linearne regresije zapisuje se izrazom:

$$f(x) = ax + b \quad (3.1)$$

gdje je pravac $f(x) = ax + b$ regresijski pravac, a koeficijent smjera pravca i b odsječak na osi y (matosh.statistic).

Za bolji prikaz koristi se dijagram raspršenosti. Primjer prikaza dijagrama raspršenosti za minimalne vrijednosti vodostaja Podsused-žičara u studenom prikazane su na slici 3.1.



Slika 3.1. Prikaz trenda izračunatog pomoću minimalnih vrijednosti vodostaja u mjesecu studenom na postaji Podsused-žičara (1930. – 2019.)

U programu Microsoft Office Excel napravljena je regresijska analiza koja daje informacije o podacima kao što su p-vrijednost, koeficijent determinacije, standardna devijacija, varijanca ([pmf/reg.analiza](#)). Osim statističkih rezultata u programu su konstruirani dijagrami raspršenosti kojima je vidljiva jednadžba regresijskog modela i koeficijent determinacije. Koeficijent determinacije (R^2) predstavlja preciznost regresijskog modela, procjenjuje koliki je jak odnos između zavisne i nezavisne varijable ([investopedia.kd](#)). Model je precizniji ako je koeficijent determinacije veći. P-vrijednost određuje statističku značajnost ili statičku neznačajnost rezultata. Standardna devijacija je odstupanje skupa podataka od njegove srednje vrijednosti, što se podaci više šire to je standardna devijacija veća ([investopedia.sd](#)). Varijanca je kvadratno odstupanje niza podataka od njihova prosjeka, srednje vrijednosti. Drugi korijen varijance je standardna devijacija ([stedy.hr](#)), ([science.direct](#)).

3.2. Studentov (t-test)

Studentov t-test je metoda koja služi za testiranje hipoteze na temelju razlika između uzorka, temeljen je na Studentovoj t-distribuciji. Ona predstavlja za mali uzorak podataka, normalnu distribuciju. Krivulja t-distribucije se razlikuje s obzirom na normalnu distribuciju iz razloga što jedan podatak označava veći dio u malom uzorku. T-test se koristi za određivanje statističke značajnosti između određenih grupa podataka.

Ključnu ulogu za određivanje statističke značajnosti ima p-vrijednost. Predstavlja vjerojatnost slučajnosti rezultata iz pojedine skupine podataka, zapisan u decimalnom obliku. Razina značajnosti u obradi podataka iznosi $\alpha = 0,05$. Kada je p manji od 0,05 rezultati su statistički značajni. Kada je p veći ili jednak od 0,05 rezultati će biti statistički neznačajni. (rice.university).

3.3. Podaci

Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) ustupio je podatke o dnevnim vrijednostima vodostaja za razdoblje od 1930. do 2019. godine izmjerene na hidrološkoj postaji Podsused-žičara. Na mjesečnoj i godišnjoj razini izračunate su maksimalne, minimalne i srednje vrijednosti vodostaja s početkom od 01. 01. 1930. godine.

U programu Microsoft Office Excel dobiveni podaci su obrađeni i formulirani pomoću linearne regresijske analize na mjesečnoj i godišnjoj razini. Koristeći Studentov t-test testirana je statistička značajnost trendova na temelju podataka o maksimalnim, minimalnim i srednjim vrijednostima vodostaja.

Osim računskog dijela, dobiveni su i grafički prikazi trendova sa istaknutom linearnom funkcijom na mjesečnoj i godišnjoj razini za maksimalne, minimalne i srednje vrijednosti vodostaja od 1930. godine do 2019. godine. Premda su za svrhe istraživanja rađeni grafički prikazi za svaki mjesec i godinu, istaknuti su samo najreprezentativniji grafovi vodostaja kroz mjesece i godine.

4. Rezultati

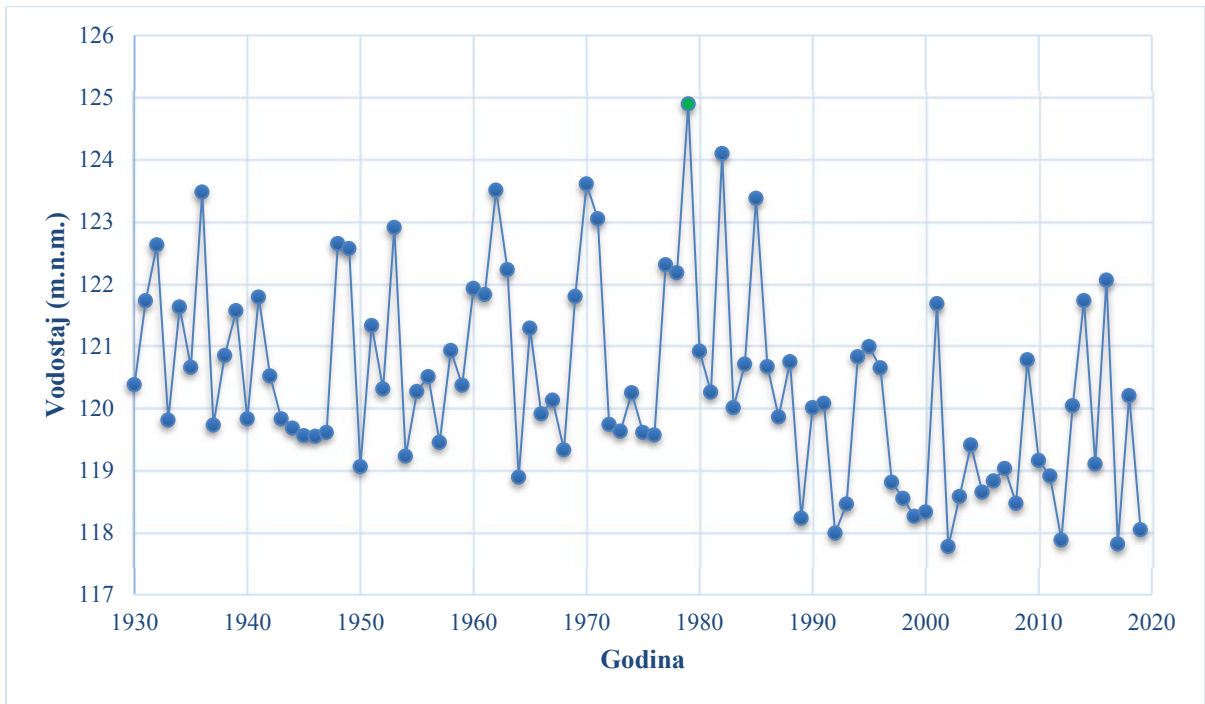
4.1. Trendovi vodostaja

4.1.1. Maksimalne vrijednosti vodostaja

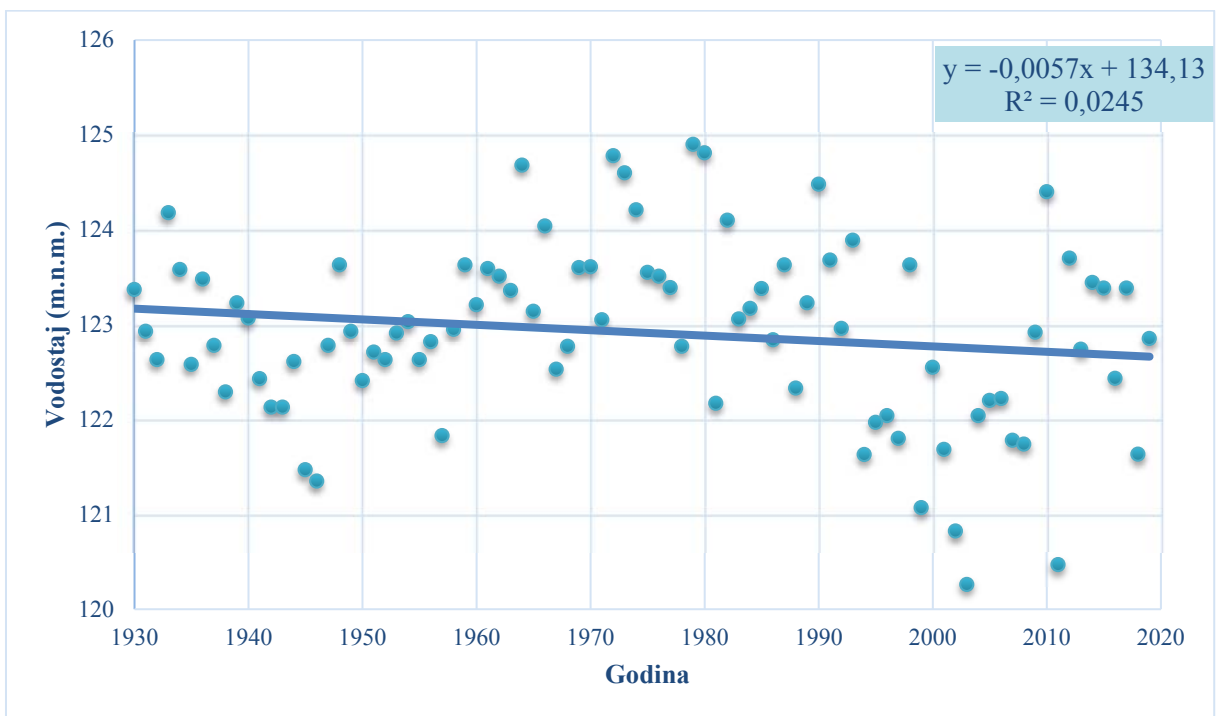
Na mjesečnoj i godišnjoj razini izračunati su trendovi za maksimalne vrijednosti vodostaja od 1930. godine do 2019. godine. U tablici 4.1. prikazane su maksimalne vrijednosti vodostaja. Najveći maksimum zabilježen je u mjesecu siječnju 1979. godine i označen je zelenom bojom u tablici 4.1. i na slici 4.1. Slika 4.2. prikazuje trend maksimalne vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini. Na slici 4.3. prikazan je statistički značajan trend za prosinac. U tablici 4.2. prikazani su rezultati t-testa za vrijednosti maksimuma vodostaja. Vidljivo je da su svi izračunati trendovi statistički značajni silazni, dok je na godišnjoj razini uočljiv statistički neznačajan silazni trend.

Tablica 4.1. Maksimalne vrijednosti vodostaja

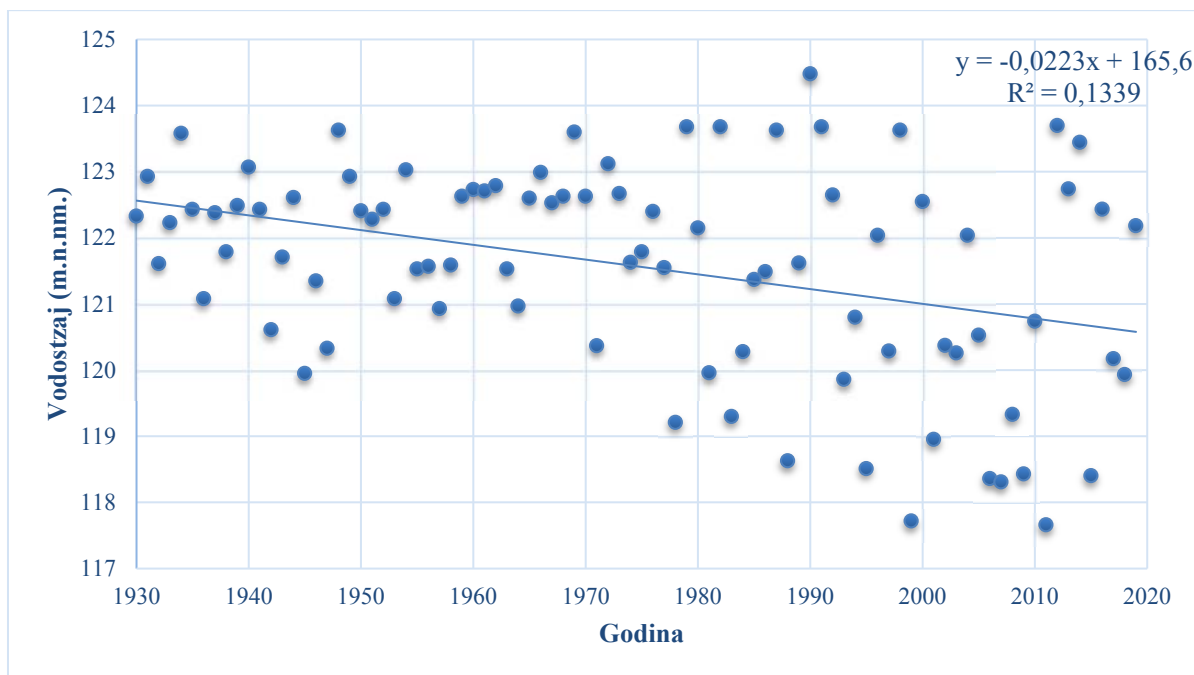
Max od Vodostaj	Mjeseci												Max Vodostaj
	Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1930	120,38	120,57	122,09	120,71	120,83	120,13	119,89	122,43	120,53	123,37	122,33	121,13	123,37
1931	121,73	121,03	122,33	121,83	120,63	120,33	119,63	120,73	122,23	122,43	122,93	120,63	122,93
1932	122,63	119,61	121,03	122,63	121,23	120,73	120,08	119,38	120,31	122,23	121,61	120,53	122,63
1933	119,81	120,48	121,83	120,78	122,83	122,13	120,53	120,48	124,18	122,63	122,23	121,23	124,18
1934	121,63	121,13	122,93	120,98	120,88	122,53	121,17	121,83	121,58	121,47	123,58	122,53	123,58
1935	120,66	121,83	121,81	120,98	121,43	121,01	119,67	120,1	120,21	122,58	122,43	122,28	122,58
1936	123,48	121,71	122,03	121,23	121,93	121,99	120,51	119,78	119,93	120,83	121,08	119,96	123,48
1937	119,73	121,17	122,23	122,53	121,73	121,59	120,73	121,53	122,63	122,78	122,38	122,78	122,78
1938	120,85	120,4	120,4	120,23	122,29	120,29	120,05	121,09	120,37	120,87	121,79	120,99	122,29
1939	121,57	120,39	120,23	119,71	123,23	123,13	120,31	119,95	120,63	121,53	122,49	121,29	123,23
1940	119,83	120,15	121,91	120,73	121,69	120,63	121,25	122,19	123,03	122,29	123,07	120,35	123,07
1941	121,79	122,23	121,69	121,93	121,69	121,33	120,63	120,93	120,63	120,31	122,43	120,93	122,43
1942	120,52	120,81	122,13	121,73	121,13	119,43	120,39	118,97	119,93	119,49	120,61	120,63	122,13
1943	119,83	122,13	119,37	119,41	120,93	121,63	121,33	119,13	121,33	121,43	121,71	121,49	122,13
1944	119,68	119,39	120,33	120,17	120,23	121,41	120,17	119,23	120,45	122,51	122,61	122,38	122,61
1945	119,56	121,35	120,39	120,49	121,45	119,37	120,51	120,67	120,15	119,81	119,95	121,47	121,47
1946	119,55	120,45	119,93	119,13	119,12	120,23	120,93	119,18	118,99	119,1	121,35	120,77	121,35
1947	119,61	122,23	122,78	121,37	120,17	120,25	120,41	118,67	118,8	118,51	120,33	122,25	122,78
1948	122,65	121,53	119,93	121,48	119,63	122,13	122,93	119,89	119,9	122,43	123,63	119,49	123,63
1949	122,57	118,8	118,64	119,14	119,18	119,11	119,16	120,03	118,83	118,63	122,93	121,18	122,93
1950	119,06	121,93	119,88	121,39	119,75	118,99	118,68	119,54	119,7	119,63	122,41	121,85	122,41
1951	121,33	122,71	121,61	122,48	121,78	120,78	120,38	119,13	120,39	120,53	122,28	120,93	122,71
1952	120,31	120,61	121,79	121,89	119,51	119,03	119,77	119,57	120,81	122,63	122,43	122,57	122,63
1953	122,91	119,79	119,71	120,33	120,71	120,83	119,33	121,03	121,93	121,08	121,08	118,95	122,91
1954	119,23	119,03	122,29	120,03	122,61	122,58	120,43	119,49	121,13	120,93	123,03	122,11	123,03
1955	120,27	121,98	122,63	121,37	121,83	120,57	119,73	120,09	122,19	122,39	121,53	119,63	122,63
1956	120,51	119,07	120,23	121,67	122,63	122,82	120,05	119,55	119,07	120,82	121,57	119,49	122,82
1957	119,45	121,69	119,79	121,83	121,49	120,33	121,31	120,25	120,79	121,31	120,93	121,19	121,83
1958	120,93	122,95	122,43	121,23	120,33	121,13	120,23	119,83	120,49	122,19	121,59	122,48	122,95
1959	120,37	119,41	119,87	121,83	122,63	121,06	122,53	120,23	119,87	122,76	122,63	123,63	123,63
1960	121,93	122,13	122,23	120,73	120,13	119,41	120,17	120,03	122,51	122,61	122,73	123,21	123,21
1961	121,83	120,49	119,63	120,39	122,71	120,53	122,09	120,91	119,91	123,59	122,71	120,85	123,59
1962	123,51	120,23	123,33	121,89	122,25	120,71	122,73	118,97	120,31	118,87	122,79	122,43	123,51
1963	122,23	120,19	123,36	120,33	120,96	120,44	119,1	122	122,43	121,85	121,53	120,35	123,36
1964	118,89	119,61	121,83	121,53	120,63	121,19	121,83	119,83	120,43	124,68	120,97	122,27	124,68
1965	121,29	122,47	121,24	122,13	121,63	122,35	122,5	120,73	122,93	121,29	122,6	123,14	123,14
1966	119,91	121,17	120,73	120,44	120,04	119,91	120,71	121,15	120,29	120,88	122,99	124,04	124,04
1967	120,13	119,82	120,7	122,41	120,77	120,33	119,17	118,79	119,71	121,77	122,53	120,48	122,53
1968	119,33	122,77	120,15	119,58	119,77	121,73	119,31	120,24	122,35	120,11	122,63	121,89	122,77
1969	121,8	122,41	122,67	121,43	123,58	122,99	121,31	123,59	121,66	119,81	123,6	121,02	123,6
1970	123,61	120,94	123,11	122,89	122,3	120,98	121,43	120,67	120,42	120,5	122,63	120,43	123,61
1971	123,05	122,18	122,64	122,42	121,34	120,05	119,67	119,79	119,5	119,55	120,37	120,06	123,05
1972	119,74	122,93	122,26	123,47	124,78	122,51	122,69	121,51	121,32	120,18	123,12	122,04	124,78
1973	119,63	122,03	120,02	122,63	120,23	121,77	120,35	119,45	124,6	123,59	122,67	121,17	124,6
1974	120,25	121,22	121,31	120,56	121,49	122,73	122,65	121,19	123,13	124,21	121,63	120,87	124,21
1975	119,61	119,51	122,87	123,55	121,29	122,35	123,21	120,05	119,97	122,05	121,79	121,89	123,55
1976	119,57	119,77	120,8	123,07	121,71	121,28	120,32	120,5	121,47	121,73	122,4	123,51	123,51
1977	122,31	122,98	120,83	123,39	120,64	119,76	120,91	122,92	120,6	119,92	121,55	120,95	123,39
1978	122,18	122,31	121,79	122,54	121,51	122,74	121,26	119,87	120,95	122,77	119,21	121,97	122,77
1979	124,9	122,8	122,68	122,03	122	120,35	120,59	120,03	121,87	120,19	123,68	121,89	124,9
1980	120,92	122,45	120,31	121,53	121,05	120,48	121,32	119,81	121,07	124,81	122,15	122,61	124,81
1981	120,26	120,12	122,17	119,99	121,24	122,12	120,21	119,76	121,26	121,53	119,96	121,93	122,17
1982	124,1	118,96	120,18	120,23	122,52	122,57	119,82	120,98	120,14	122,51	123,68	123,16	124,1
1983	120,01	119,62	123,06	121,26	120,41	119,51	119,2	119,32	120,39	122,18	119,3	122,36	123,06
1984	120,71	120,12	122,54	123,17	121,15	121,81	121,59	120,06	122,83	122,69	120,28	121,08	123,17
1985	123,38	120,19	122,47	121,61	122,63	122,39	119,76	120,16	119,42	118,35	121,37	121,7	123,38
1986	120,67	119,59	122,57	122,12	120,3	122,84	119,37	122	120,9	121,07	121,49	120,54	122,84
1987	119,86	122,23	123,18	121,11	120,66	120,16	120,16	123,03	121,16	122,18	123,63	121,55	123,63
1988	120,75	120,89	121,02	120,23	120,04	122,33	119,48	120,12	121,34	120,21	118,63	119,58	122,33
1989	118,23	119,85	120,75	120,09	120,54	119,93	123,23	122,05	121,82	120,06	121,62	120,31	123,23
1990	120,01	119,13	119,89	120,98	118,67	121,71	119,61	118,75	119,89	121,36	124,48	121,51	124,48
1991	120,08	119,41	119,34	118,9	121,64	119,98	119,35	118,53	118,28	121,05	123,68	119,5	123,68
1992	117,99	118,79	120,58	120,47	119,69	119,6	117,94	117,47	118,17	122,96	122,65	122,81	122,96
1993	118,46	117,65	118,05	119,04	117,71	117,77	117,61	117,77	119,6	123,89	119,86	121,35	123,89
1994	120,83	118,45	118,23	120,51	118,91	119,95	118,21	118,89	119,46	121,63	120,8	120,97	121,63
1995	120,99	121,26	121,97	118,48	119,56	119,11	118,46	120,54	121,48	118,38	118,51	121,73	121,97
1996	120,65	119,43	118,59	119,96	119,6	119,09	121,75	118,46	119,94	120,74	122,04	120,05	122,04
1997	118,81	119,07	118,36	118,19	118,52	119,36	118,62	118,15	118,78	117,65	120,29	121,8	121,8
1998	118,55	117,46	118,09	118,93	118,14	117,59	120,9	118,63	121,46	122,46	123,63	117,81	123,63
1999	118,26	119,79	119,61	120,49	121,07	119,55	119,66	118,07	117,81	119,62	117,72	120,33	121,07
2000	118,33	117,85	119,83	118,71	117,69	117,57	118,42	117,38	117,07	119,61	122,55	120,43	122,55
2001	121,68	119,03	121,3	119,46	117,99	118,62	117,7	116,88	119,99	118,26	118,95	118,07	121,684
2002	117,77	118,89	118,73	119,59	118,17	117,8	117,85	120,82	118,9	120,36	120,37	120,58	120,824
2003	118,58	117,8	118,19	118	117,34	116,96	117,21	116,75	117,29	118,61	120,26	119,62	120,26
2004	119,41	118,47	121,27	120,99	119,43	119,41	119,75	117,65	119	121,22	122,04	120,61	122,04
2005	118,65	118,11	118,61	120,31	119,72	117,37	119,1	120,97	120,68	121,5	120,53	122,2	122,2
2006	118,83	119,6	120,84	119,65	122,22	120,92	117,23	118,52	119,33	118,29	118,36	118,84	122,22
2007	119,03	119,48	119,17	118,03	117,5	117,29	118,32	117,17	121,78	119			



Slika 4.1. Vrijednost maksimuma vodostaja u siječnju (1930.-2019.)



Slika 4.2. Grafički prikaz trenda maksimalne vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini



Slika 4.3. Grafički prikaz trenda maksimalne vrijednosti vodostaja za prosinac (1930.-2019.)

Tablica 4.2. Rezultati t-testa za vrijednosti maksimuma vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini

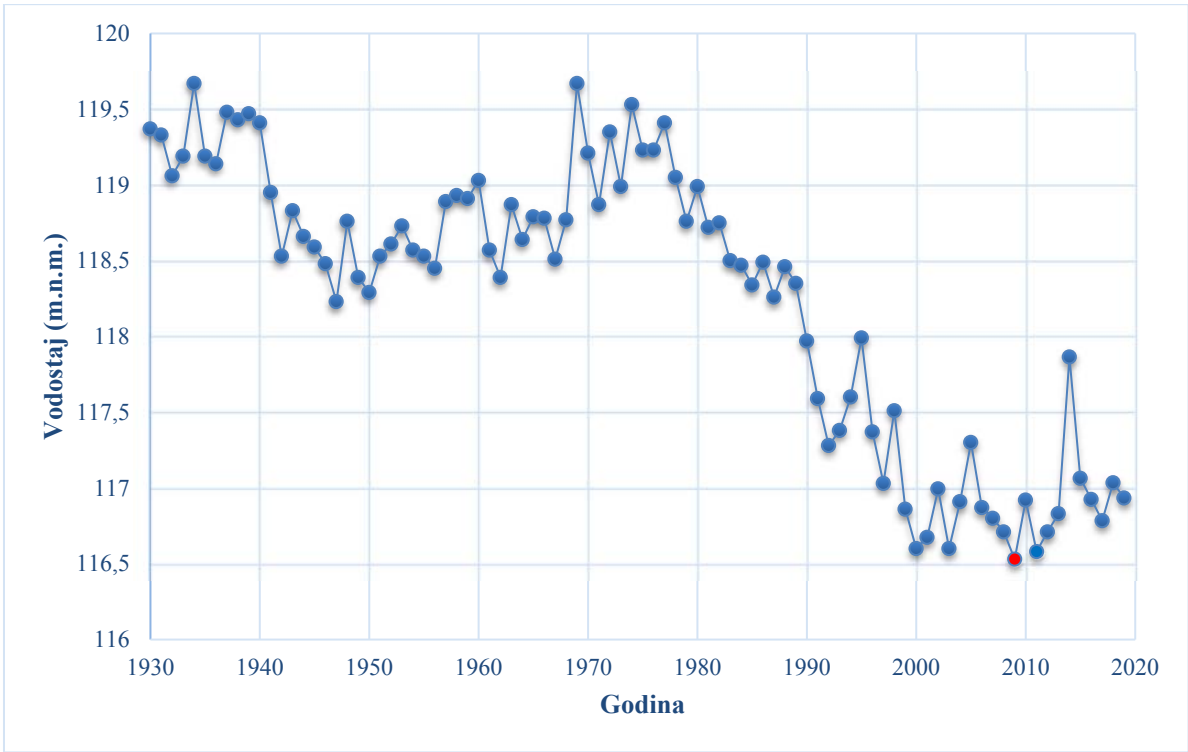
Linearna regresija za maksimalne vrijednosti vodostaja svih mjeseci i svih godina				
Mjeseci	Broj podataka	p vrijednost	Značajnost	Trend
1	90	3,51E-04	statistički značajno	silazan
2	90	1,32E-03	statistički značajno	silazan
3	90	2,46E-04	statistički značajno	silazan
4	90	6,65E-05	statistički značajno	silazan
5	90	6,61E-07	statistički značajno	silazan
6	90	1,01E-06	statistički značajno	silazan
7	90	1,56E-07	statistički značajno	silazan
8	90	2,60E-07	statistički značajno	silazan
9	90	2,67E-03	statistički značajno	silazan
10	90	3,00E-03	statistički značajno	silazan
11	90	3,90E-04	statistički značajno	silazan
12	90	2,41E-02	statistički značajno	silazan
Godišnja	90	1,40E-01	statistički neznačajno	silazan

4.1.2. Minimalne vrijednosti vodostaja

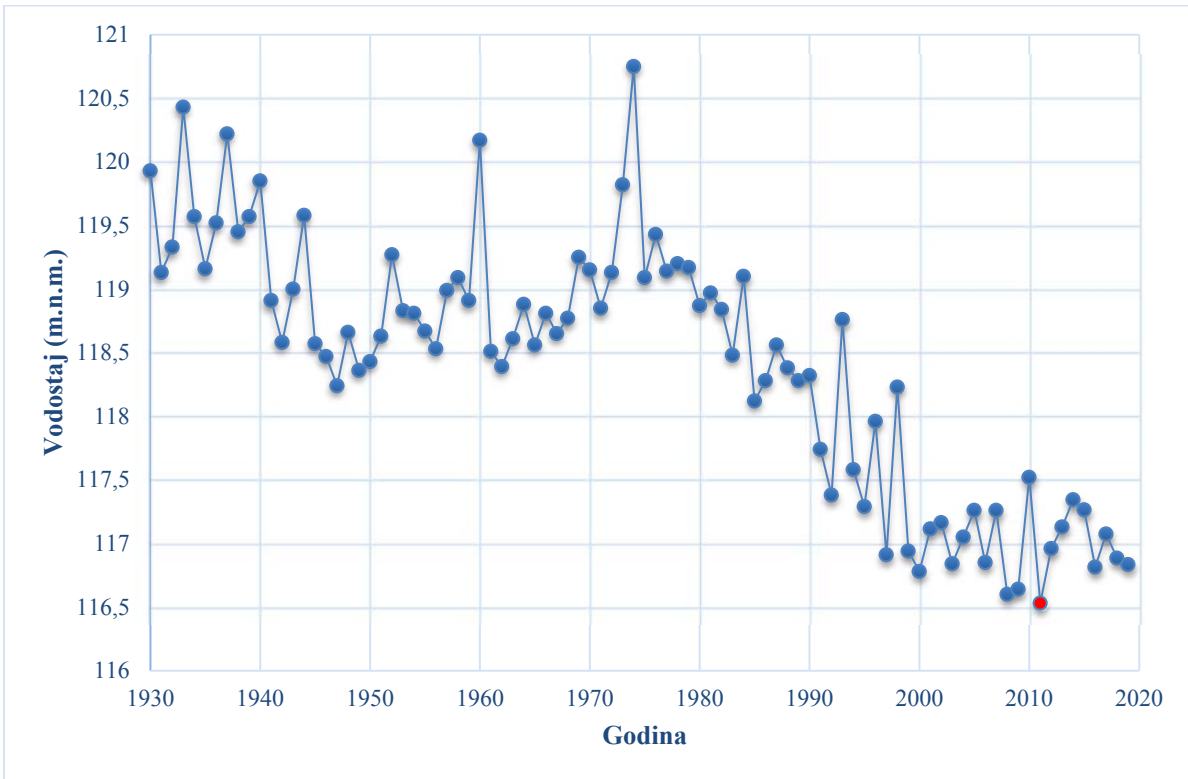
Na mjesečnoj i godišnjoj razini izračunati su trendovi za minimalne vrijednosti vodostaja od 1930. godine do 2019. godine. U tablici 4.3. prikazane su minimalne vrijednosti vodostaja. Dva najmanja minimum zabilježen u rujnu 2009. godine i listopadu 2011. godine i označeni su crvenom bojom u tablici 4.3. i na slikama 4.4. i 4.5. Slika 4.6. prikazuje trend minimalne vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini. U tablici 4.4. prikazani su rezultati t-testa za vrijednosti minimuma vodostaja. Vidljivo je da su svi izračunati trendovi statistički značajni silazni, dok je na godišnjoj razini uočljiv statistički značajan silazni trend.

Tablica 4.3. Minimalne vrijednosti vodostaja

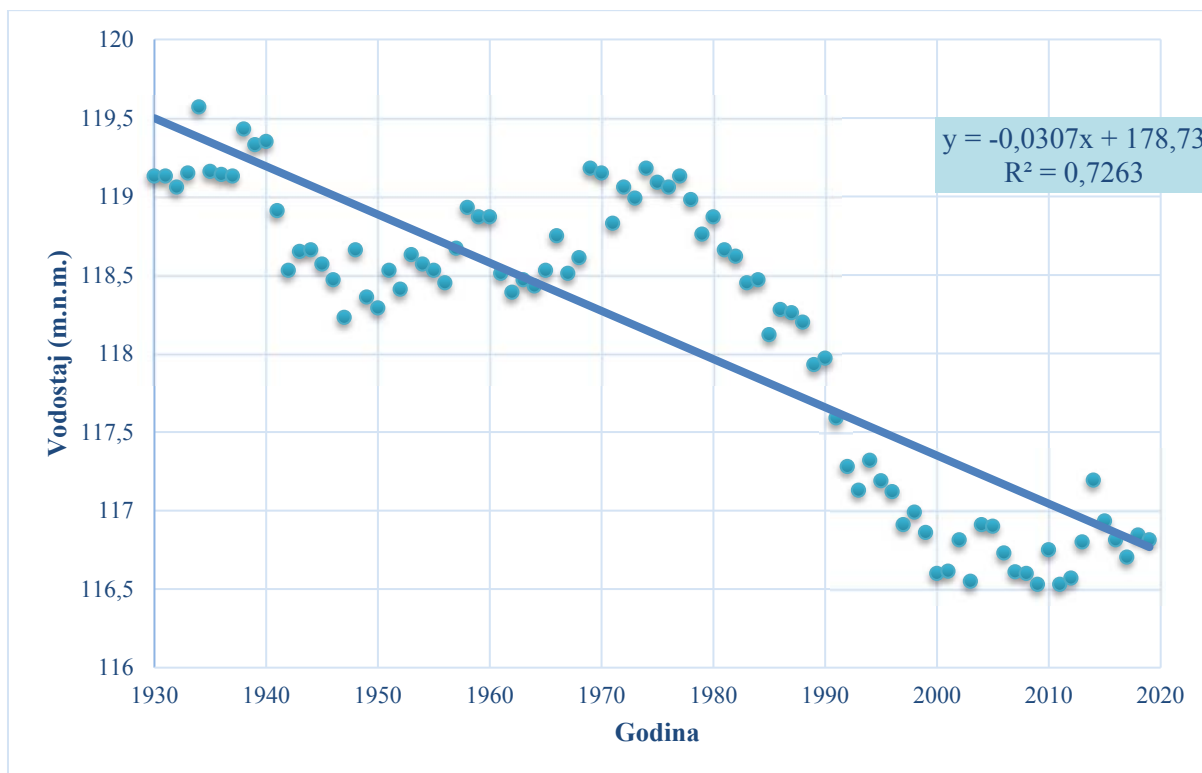
Min od Vodostaj	Mjesec												Min vodostaj
	Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1930	119,63	119,53	119,61	119,93	120,01	119,25	119,13	119,45	119,37	119,93	120,08	119,99	119,13
1931	119,85	119,73	120,43	120,13	119,93	119,57	119,17	119,13	119,33	119,13	120,08	119,53	119,13
1932	119,58	119,31	119,27	120,33	119,93	119,73	119,38	119,07	119,06	119,33	119,61	119,51	119,06
1933	119,23	119,29	119,37	119,33	119,91	120,33	119,38	119,15	119,19	120,43	120,68	120,07	119,15
1934	120,03	119,79	120,49	120,33	120,08	120	119,77	119,63	119,67	119,57	120,23	120,07	119,57
1935	119,78	119,74	119,88	119,81	119,87	119,51	119,21	119,16	119,19	119,16	119,98	120,1	119,16
1936	120,31	120,31	120,05	120,06	120,1	120,03	119,48	119,22	119,14	119,52	119,53	119,28	119,14
1937	119,13	119,66	120,26	120,75	120,05	119,9	119,67	119,57	119,48	120,22	120,11	120,4	119,13
1938	120,08	119,79	119,77	119,67	119,93	119,61	119,49	119,45	119,43	119,45	119,45	119,53	119,43
1939	119,49	119,51	119,41	119,33	119,55	120,43	119,73	119,49	119,47	119,57	119,91	119,77	119,33
1940	119,35	119,43	119,95	119,79	119,85	119,61	119,67	119,41	119,41	119,85	120,41	119,43	119,35
1941	119,37	119,53	119,61	119,73	119,97	119,49	119,09	119,19	118,95	118,91	119,79	119,25	118,91
1942	118,84	118,83	119,97	119,55	119,37	118,91	118,75	118,55	118,53	118,58	118,71	118,63	118,53
1943	118,65	119,11	118,78	118,88	119,01	119,02	119,15	118,81	118,83	119	118,94	119,55	118,65
1944	118,91	118,79	119,17	119,16	119	119,01	119,07	118,68	118,66	119,58	120,33	119,61	118,66
1945	119,03	119,29	119,35	119,09	119,13	118,75	118,64	118,6	118,59	118,57	118,8	118,82	118,57
1946	118,8	118,9	118,88	118,81	118,78	118,75	118,81	118,57	118,48	118,47	119,1	118,91	118,47
1947	118,69	118,77	120,13	119,81	119,1	118,76	118,61	118,38	118,23	118,24	118,31	118,92	118,23
1948	119,23	118,85	118,79	118,76	118,71	119,03	119,67	118,97	118,76	118,66	119,52	118,68	118,66
1949	118,8	118,52	118,49	118,49	118,6	118,47	118,39	118,37	118,39	118,36	118,41	119,11	118,36
1950	118,61	118,57	118,78	118,86	118,89	118,58	118,42	118,32	118,29	118,43	119,4	119,95	118,29
1951	119,49	119,87	119,78	119,6	119,88	119,18	119,03	118,63	118,53	118,63	119,01	118,93	118,53
1952	119,23	119,07	119,51	119,47	118,73	118,61	118,41	118,51	118,61	119,27	119,29	119,41	118,41
1953	118,91	118,83	119,03	119,09	118,93	119,03	118,63	118,63	118,73	118,83	118,75	118,65	118,63
1954	118,57	118,61	119,39	118,75	119,33	119,13	119,05	118,77	118,57	118,81	118,88	119,13	118,57
1955	118,91	119,13	119,23	119,1	119,03	119,07	118,79	118,67	118,53	118,67	119,01	118,85	118,53
1956	119,17	118,57	118,57	119,17	119,29	119,49	118,81	118,67	118,45	118,53	119,19	118,67	118,45
1957	118,69	118,73	118,95	118,93	119,25	119,15	118,67	118,87	118,89	118,99	118,89	118,93	118,67
1958	118,97	119,29	119,69	119,79	119,27	119,01	119,09	118,95	118,93	119,09	119,15	119,15	118,93
1959	119,39	118,93	118,87	119,25	119,39	119,23	119,15	119,09	118,91	118,91	119,45	119,83	118,87
1960	119,15	119,19	119,55	119,45	119,23	118,87	119,11	118,95	119,03	120,17	119,73	119,65	118,87
1961	118,69	118,71	118,95	118,97	119,01	119,05	118,79	118,71	118,57	118,51	119,21	119,03	118,51
1962	119,45	118,99	118,97	119,65	118,98	118,91	118,89	118,45	118,39	118,39	118,91	118,85	118,39
1963	118,83	118,63	118,75	119,41	119,29	119	118,55	118,47	118,87	118,61	118,59	118,75	118,47
1964	118,43	118,45	118,77	119,09	118,91	118,71	118,74	118,64	118,64	118,88	119,13	119,13	118,43
1965	119,31	118,9	118,85	119,45	119,45	119,22	118,9	118,61	118,79	118,56	118,53	119,67	118,53
1966	118,75	118,82	119,06	119,27	119,08	118,86	118,89	118,96	118,78	118,81	119,72	119,19	118,75
1967	118,78	118,91	119	119,36	118,97	118,86	118,64	118,53	118,51	118,65	118,89	118,8	118,51
1968	118,85	118,88	119,01	118,92	118,87	119	118,61	118,67	118,77	118,77	118,69	118,69	118,61
1969	119,24	119,86	120,45	120,4	120,07	119,74	119,38	119,4	119,67	119,25	119,18	119,81	119,18
1970	119,72	119,97	119,99	121,24	120,08	119,64	119,49	119,32	119,21	119,15	119,19	119,27	119,15
1971	119,56	119,78	119,39	120,03	119,65	119,48	119,14	119,04	118,87	118,85	118,83	119,37	118,83
1972	119,1	119,06	119,85	119,86	120,25	119,78	119,51	119,42	119,35	119,13	119,27	119,45	119,06
1973	119,22	119,31	119,42	119,66	119,32	119,25	119,34	119,11	118,99	119,82	119,51	119,35	118,99
1974	119,37	119,39	119,35	119,18	119,58	119,55	119,53	119,33	119,53	120,75	120,01	119,53	119,18
1975	119,31	119,16	119,15	120,21	119,99	119,85	120,08	119,49	119,23	119,09	119,23	119,61	119,09
1976	119,17	119,06	119,36	119,61	119,72	119,38	119,13	119,21	119,23	119,43	119,85	119,85	119,06
1977	120,18	120,41	119,81	120,01	119,69	119,34	119,25	119,3	119,41	119,14	119,13	119,33	119,13
1978	119,35	119,38	120,03	119,6	120,22	119,86	119,67	119,19	119,05	119,12	118,98	118,98	118,98
1979	119,37	120,02	119,93	119,59	119,65	119,36	119,2	119,01	118,76	119,17	119,29	119,61	118,76
1980	119,15	119,19	119,12	119,15	119,46	119,4	119,4	118,95	118,99	118,87	119,81	119,69	118,87
1981	119	118,95	119	119,02	119,35	119,17	118,97	118,66	118,72	118,97	118,85	119	118,66
1982	118,98	118,66	118,65	119,05	118,91	119,05	118,85	118,62	118,75	118,84	119,19	119,39	118,62
1983	119,1	118,92	119,34	119,16	118,98	118,85	118,54	118,47	118,5	118,48	118,45	118,49	118,45
1984	119,07	118,9	119,43	119,35	119,23	119,02	118,86	118,58	118,47	119,1	118,81	118,8	118,47
1985	118,63	118,88	119,09	119,78	119,39	119,08	118,72	118,48	118,34	118,12	118,41	118,92	118,12
1986	119,08	118,73	118,75	119,95	118,85	119,27	118,54	118,32	118,49	118,28	118,43	118,59	118,28
1987	118,44	118,38	118,61	119,12	119,01	118,79	118,38	118,48	118,26	118,56	118,91	118,78	118,26
1988	118,7	119,09	119,05	119,12	118,88	118,64	118,31	118,22	118,46	118,38	118,2	118,25	118,2
1989	118,07	117,93	118,62	118,85	118,68	118,58	118,57	118,53	118,35	118,28	118,22	118,2	117,93
1990	118,09	118,26	117,97	118,71	118,17	118,1	118,17	117,98	117,97	118,32	118,78	118,8	117,97
1991	118,02	117,85	118,22	118,19	118,36	118,21	117,91	117,73	117,59	117,74	117,91	117,91	117,59
1992	117,75	117,79	117,68	118,13	117,72	117,65	117,45	117,29	117,28	117,38	118,45	118,1	117,28
1993	117,69	117,43	117,43	117,64	117,39	117,37	117,31	117,13	117,38	118,76	118,51	118,21	117,13
1994	118,1	117,67	117,55	117,63	117,72	117,74	117,45	117,32	117,6	117,58	117,75	117,44	117,32
1995	117,72	117,77	118,53	117,56	117,7	117,76	117,31	117,19	117,99	117,29	117,27	117,48	117,19
1996	117,6	117,54	117,62	117,94	117,86	117,12	117,52	117,48	117,37	117,96	117,74	117,96	117,12
1997	117,75	117,76	117,43	117,24	117,4	117,31	117,44	117,26	117,03	116,91	116,92	118,01	116,91
1998	117,5	117,12	117,03	116,99	117,2	117,14	117,25	117,03	117,51	118,23	117,79	117,35	116,99
1999	117,36	117,27	117,65	117,67	117,79	117,42	117,21	117,09	116,86	116,94	117,31	117,61	116,86
2000	116,94	117,15	117,01	117,4	117,04	116,92	116,81	116,6	116,6	116,78	117,63	117,9	116,6
2001	117,894	117,31	117,35	117,85	117,19	117,07	116,88	116,61	116,67	117,11	116,97	116,9	116,614
2002	116,884	117,05	116,92	116,81	117,1	116,87	116,81	116,95	116,99	117,16	117,55	117,64	116,814
2003	117,55	117,15	117,14	117,21	116,84	116,72	116,65	116,55	116,6	116,84	117,27	117,11	116,55
2004	117,34	117,2	117,48	118,12	117,67	117,4	117,2	117,04	116,91	117,05	117,51	117,25	116,91
2005	117,03	116,9	116,92	117,39	117,04	116,91	117,09	117,04	117,3	117,26	117,03	117,38	116,9
2006	117,2	117	117,79	117,99	117,67	117,17	116,79	116,84	116,87	116,85	116,73	116,91	116,73
2007	116,93	117,35	117,48	117,02	116,82	116,83	116,62	116,61	116,8	117,26	117,12	11	



Slika 4.4. Vrijednost minimuma vodostaja u rujnu (1930.-2019.)



Slika 4.5. Vrijednost minimuma vodostaja u listopadu (1930.-2019.)



Slika 4.6. Grafički prikaz trenda minimalne vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini

Tablica 4.4. Rezultati t-testa za vrijednosti minimum vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini

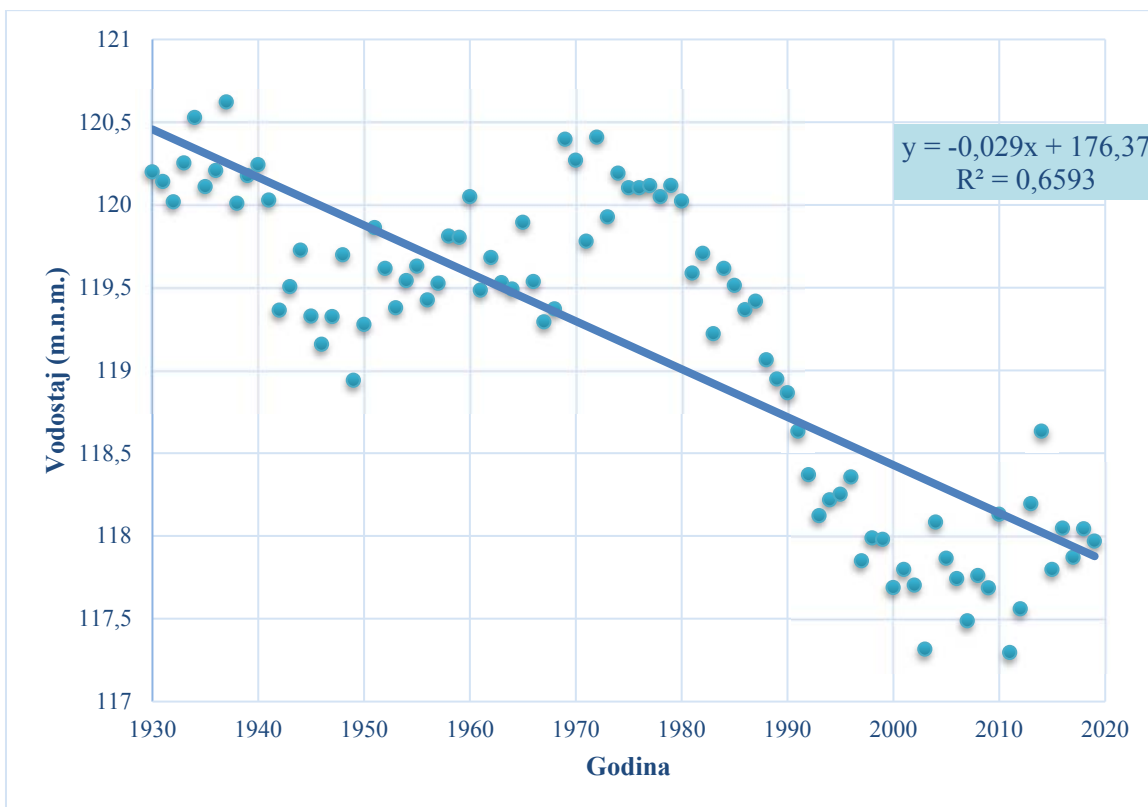
Linearna regresija za minimalne vrijednosti vodostaja svih mjeseci i svih godina				
Mjeseci	Broj podataka	p vrijednost	Značajnost	Trend
1	90	1,56E-23	statistički značajno	silazan
2	90	5,35E-20	statistički značajno	silazan
3	90	6,2E-21	statistički značajno	silazan
4	90	4,37E-18	statistički značajno	silazan
5	90	2,75E-21	statistički značajno	silazan
6	90	6,26E-23	statistički značajno	silazan
7	90	2,11E-23	statistički značajno	silazan
8	90	2,03E-24	statistički značajno	silazan
9	90	4,16E-23	statistički značajno	silazan
10	90	3,43E-21	statistički značajno	silazan
11	90	2,87E-26	statistički značajno	silazan
12	90	2,48E-22	statistički značajno	silazan
Godišnja	90	1,71E-26	statistički značajno	silazan

4.1.3. Srednje vrijednosti vodostaja

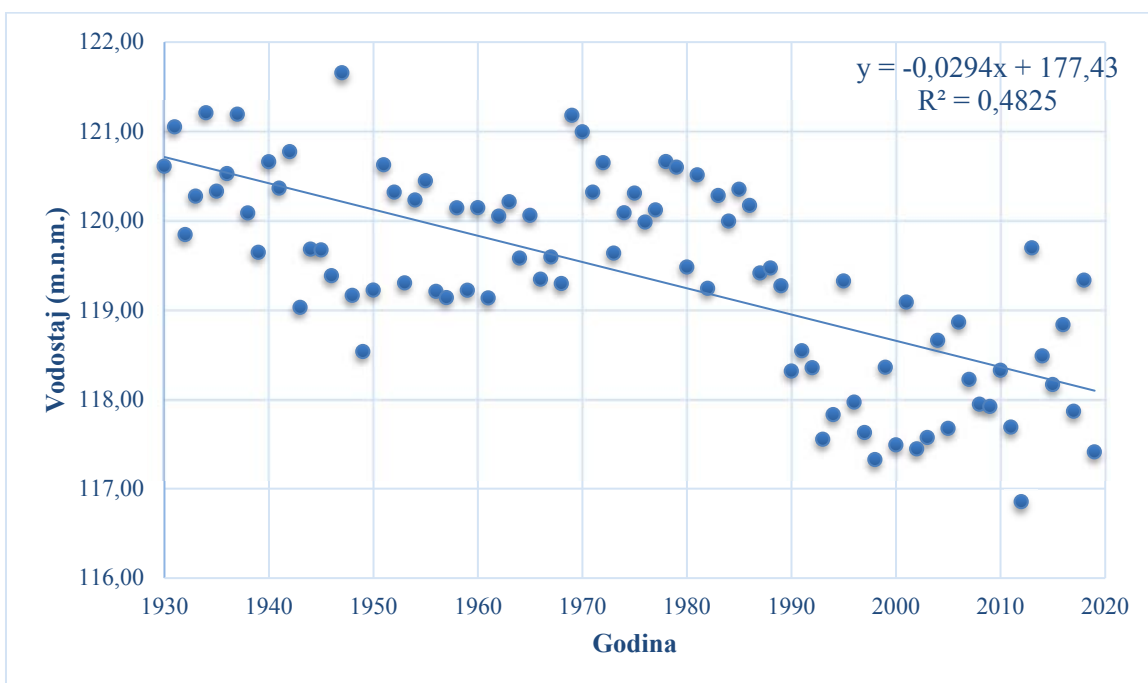
Na mjesečnoj i godišnjoj razini izračunati su trendovi za srednje vrijednosti vodostaja od 1930. godine do 2019. godine. U tablici 4.5. prikazane su srednje vrijednosti vodostaja. Slika 4.7. prikazuje trend srednje vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini. Na slici 4.8. prikazan je statistički značajan trend za ožujak. U tablici 4.6. prikazani su rezultati t-testa za srednje vrijednosti vodostaja. Vidljivo je da su svi izračunati trendovi statistički značajni silazni, dok je na godišnjoj razini uočljiv statistički značajni silazan trend.

Tablica 4.5. Srednja vrijednost vodostaja

Srednja vrije Godina	Mjesec												Srednja vr.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1930	120,02	119,99	120,61	120,23	120,35	119,58	119,40	120,20	119,91	121,13	120,71	120,25	120,20
1931	120,34	120,14	121,05	120,52	120,36	119,86	119,36	119,46	119,94	119,75	120,93	120,01	120,14
1932	120,21	119,43	119,84	121,15	120,38	120,19	119,67	119,21	119,28	120,55	120,19	120,12	120,02
1933	119,46	119,82	120,27	119,81	120,74	120,81	119,76	119,42	120,10	121,07	121,37	120,41	120,25
1934	120,44	120,08	121,21	120,55	120,36	120,71	120,18	120,08	120,32	120,31	121,34	120,76	120,53
1935	120,09	120,26	120,33	120,43	120,21	119,96	119,38	119,39	119,42	120,46	120,56	120,86	120,11
1936	121,24	120,78	120,53	120,50	120,44	120,52	119,90	119,44	119,33	120,22	120,05	119,57	120,21
1937	119,28	120,40	121,19	121,42	120,65	120,29	119,98	120,17	120,96	120,90	120,92	121,30	120,62
1938	120,28	119,97	120,09	119,90	120,50	119,93	119,67	120,02	119,80	119,87	120,01	120,05	120,01
1939	120,64	119,80	119,65	119,55	120,69	121,23	119,93	119,63	119,78	120,53	120,57	120,11	120,18
1940	119,55	119,70	120,66	120,14	120,44	119,93	119,93	120,01	120,22	121,02	121,53	119,79	120,24
1941	120,16	120,64	120,36	120,47	120,51	120,01	119,45	119,70	119,29	119,28	120,72	119,83	120,03
1942	119,37	119,27	120,77	120,03	120,16	119,11	119,09	118,73	118,82	118,83	119,08	119,09	119,36
1943	118,93	119,91	119,03	119,03	119,70	119,70	119,69	118,95	119,38	119,56	119,82	120,42	119,51
1944	119,16	118,99	119,68	119,62	119,52	119,95	119,52	118,90	119,00	120,46	121,28	120,64	119,73
1945	119,25	119,99	119,67	119,49	119,66	118,96	119,10	119,17	118,92	118,92	119,26	119,58	119,33
1946	119,04	119,50	119,38	119,00	118,89	119,16	119,18	118,73	118,62	118,60	120,22	119,63	119,16
1947	118,92	119,97	121,66	120,33	119,40	119,06	119,00	118,51	118,36	118,32	118,55	119,86	119,33
1948	120,55	119,61	119,16	119,56	119,17	119,94	120,99	119,23	119,06	119,53	120,62	118,97	119,70
1949	119,78	118,61	118,53	118,61	118,94	118,79	118,62	118,71	118,52	118,43	119,80	119,91	118,94
1950	118,80	119,98	119,22	119,66	119,17	118,69	118,49	118,52	118,60	118,83	120,54	120,92	119,28
1951	120,26	120,78	120,63	120,39	120,34	119,76	119,35	118,85	118,90	119,13	120,43	119,63	119,86
1952	119,61	119,58	120,32	120,31	119,06	118,78	118,56	118,85	119,61	120,58	119,97	120,18	119,62
1953	119,98	119,19	119,30	119,35	119,53	119,80	119,03	119,27	119,45	119,27	119,59	118,78	119,38
1954	118,82	118,73	120,23	119,26	120,60	120,22	119,62	118,97	118,98	119,38	119,73	119,91	119,54
1955	119,25	119,93	120,45	119,85	120,05	119,63	119,13	119,02	119,21	119,89	120,07	119,14	119,63
1956	119,68	118,78	119,21	120,00	120,14	120,32	119,35	119,01	118,62	119,06	119,92	119,03	119,43
1957	118,96	120,26	119,14	120,11	119,92	119,46	119,57	119,25	119,32	119,46	119,53	119,43	119,53
1958	119,74	120,26	120,14	120,26	119,70	119,57	119,37	119,19	119,17	119,70	120,30	120,39	119,81
1959	119,79	119,05	119,22	120,12	120,11	120,02	119,85	119,57	119,09	119,22	120,26	121,27	119,80
1960	120,00	120,25	120,15	119,75	119,60	119,12	119,55	119,33	120,28	120,93	120,70	120,96	120,05
1961	119,68	119,23	119,13	119,25	119,75	119,71	119,53	119,18	118,86	119,55	120,29	119,64	119,49
1962	120,51	119,29	120,05	120,69	120,12	119,40	119,79	118,61	118,96	118,48	120,61	119,67	119,68
1963	119,67	118,92	120,21	119,79	119,69	119,47	118,79	119,19	119,75	119,34	120,15	119,37	119,53
1964	118,62	118,78	119,58	120,01	119,41	119,26	119,42	118,92	118,97	121,12	119,76	120,01	119,49
1965	119,90	119,66	120,06	120,35	120,17	120,14	119,60	119,05	120,22	119,10	119,73	120,76	119,90
1966	119,07	119,81	119,34	119,65	119,39	119,05	119,41	119,46	119,09	119,41	120,51	120,29	119,54
1967	119,20	119,32	119,59	120,38	119,36	119,23	118,80	118,65	119,00	119,04	119,71	119,27	119,29
1968	119,03	120,20	119,30	119,10	119,14	119,97	118,85	118,97	119,56	119,13	119,89	119,41	119,37
1969	120,05	120,80	121,18	120,76	120,69	120,47	119,79	120,53	120,33	119,45	120,58	120,20	120,40
1970	120,96	120,33	121,00	121,79	120,76	119,93	120,08	119,70	119,50	119,40	120,14	119,68	120,27
1971	120,57	120,56	120,32	120,54	120,18	119,68	119,32	119,17	119,05	119,00	119,43	119,62	119,78
1972	119,38	120,64	120,65	121,30	121,37	120,46	120,45	119,92	120,00	119,30	120,93	120,57	120,41
1973	119,39	120,25	119,64	120,35	119,77	119,81	119,65	119,24	120,02	120,94	120,20	119,92	119,93
1974	119,81	119,80	120,09	119,43	120,18	120,29	120,04	119,73	120,42	121,97	120,51	119,99	120,19
1975	119,43	119,29	120,31	121,28	120,37	120,47	120,82	119,78	119,60	119,77	119,86	120,21	120,10
1976	119,36	119,31	119,98	120,61	120,32	119,94	119,40	119,72	120,13	119,90	121,05	121,50	120,10
1977	121,05	121,29	120,12	120,83	119,94	119,53	119,64	120,10	119,80	119,39	120,10	119,72	120,12
1978	119,78	120,05	120,66	120,68	120,59	120,59	120,21	119,45	119,39	120,24	119,09	119,84	120,05
1979	120,60	121,07	120,60	120,41	120,15	119,63	119,62	119,31	119,38	119,54	121,07	120,13	120,12
1980	119,68	120,09	119,48	119,74	119,99	119,87	120,15	119,19	119,47	121,19	121,08	120,36	120,02
1981	119,39	119,34	120,51	119,39	119,96	120,01	119,29	118,90	119,29	119,90	119,16	119,88	119,59
1982	120,19	118,81	119,24	119,56	119,89	119,84	119,11	119,02	119,13	120,62	120,10	120,89	119,71
1983	119,53	119,15	120,28	119,85	119,35	119,10	118,74	118,67	118,89	119,06	118,62	119,41	119,22
1984	119,52	119,49	120,00	120,48	119,90	119,44	119,47	118,94	119,32	120,06	119,34	119,45	119,62
1985	119,56	119,43	120,35	120,41	120,43	120,17	119,11	118,79	118,54	118,25	119,36	119,78	119,51
1986	119,63	119,03	120,17	120,41	119,44	120,37	118,82	118,82	119,03	118,80	119,00	118,92	119,37
1987	118,70	119,91	119,41	119,93	119,65	119,33	118,71	119,19	118,68	119,62	120,39	119,58	119,42
1988	119,09	119,66	119,47	119,48	119,17	119,52	118,57	118,60	119,21	119,00	118,37	118,69	119,07
1989	118,13	118,16	119,27	119,42	119,33	118,97	119,48	119,26	119,05	118,63	118,93	118,70	118,95
1990	118,39	118,48	118,32	119,35	118,39	119,18	118,63	118,18	118,37	119,26	120,39	119,47	118,87
1991	118,72	118,24	118,54	118,56	119,76	118,82	118,24	117,95	117,75	118,53	120,02	118,46	118,63
1992	117,84	118,16	118,35	118,85	118,19	118,10	117,63	117,36	117,48	119,34	119,85	119,30	118,37
1993	117,97	117,56	117,55	118,04	117,56	117,48	117,42	117,33	118,10	119,97	119,11	119,34	118,12
1994	119,13	117,98	117,83	118,95	118,10	118,42	117,81	117,69	118,09	118,40	118,51	117,71	118,22
1995	118,58	118,60	119,33	118,01	118,11	118,33	117,66	117,62	119,26	117,62	117,62	118,34	118,25
1996	118,69	117,95	117,97	118,70	118,41	117,81	118,45	117,80	118,05	118,96	118,82	118,66	118,36
1997	118,14	118,09	117,63	117,51	117,76	117,89	117,75	117,52	117,36	117,06	118,31	119,18	117,85
1998	117,90	117,23	117,33	118,10	117,51	117,30	118,07	117,40	118,65	119,66	119,08	117,59	117,99
1999	117,76	117,95	118,36	118,72	118,56	117,84	117,94	117,36	117,20	117,68	117,55	118,82	117,98
2000	117,42	117,39	117,49	117,81	117,27	117,08	117,19	116,81	116,78	118,09	120,33	118,60	117,69
2001	119,04	117,98	119,09	118,48	117,55	117,58	117,04	116,74	117,91	117,56	117,54	117,10	117,80
2002	117,14	117,60	117,44	117,95	117,49	117,21	117,18	117,93	117,42	118,31	118,41	118,37	117,70
2003	117,97	117,42	117,57	117,57	117,03	116,80	116,79	116,62	116,80	117,43	118,11	117,70	117,32
2004	117,96	117,65	118,66	119,03	118,24	117,91	117,76	117,26	117,31	118,64	118,64	117,94	118,08
2005	117,51	117,15	117,67	118,35	117,75	117,10	117,86	118,35	117,96	118,40	117,55	118,64	117,87
2006	117,66	117,74	118,86	118,54	118,40	117,99	116,97	117,50	117,48	117,22	117,07	117,48	117,74
2007	117,46	118,00	118,22	117,4									



Slika 4.7. Grafički prikaz trenda srednje vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini



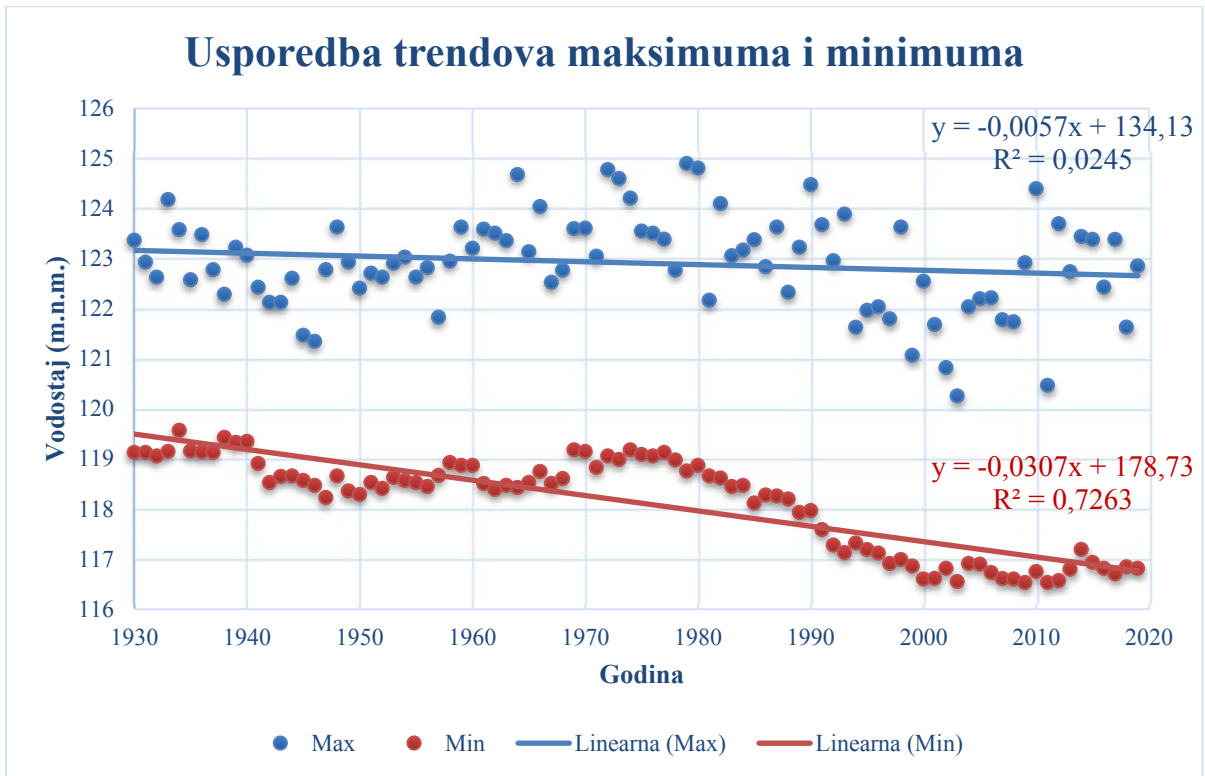
Slika 4.8. Grafički prikaz trenda srednje vrijednosti vodostaja za ožujak (1930.-2019.)

Tablica 4.6. Rezultati t-testa za srednju vrijednost vodostaja na mjesečnoj i godišnjoj razini

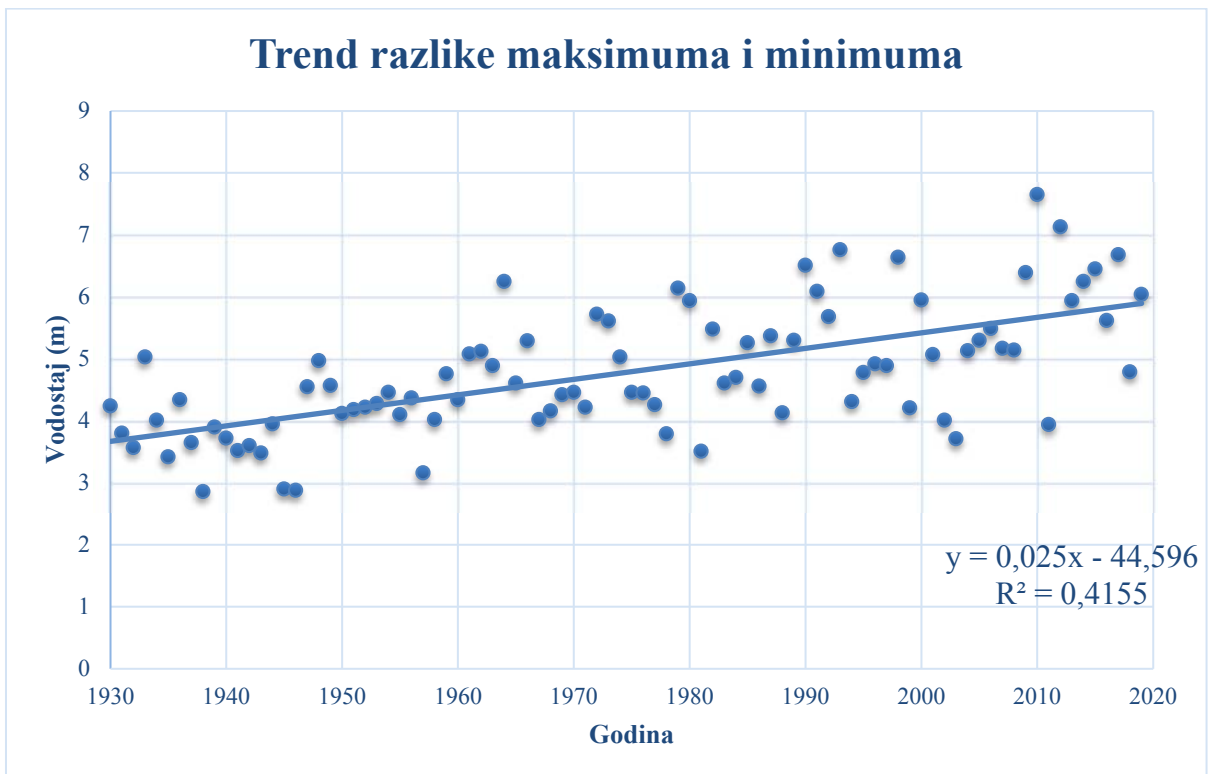
Linearna regresija za srednje vrijednosti vodostaja svih mjeseci i svih godina				
Mjeseci	Broj podataka	p vrijednost	Značajnost	Trend
1	90	7,33E-16	statistički značajno	silazan
2	90	3,07E-12	statistički značajno	silazan
3	90	3,11E-14	statistički značajno	silazan
4	90	1,89E-13	statistički značajno	silazan
5	90	6,64E-18	statistički značajno	silazan
6	90	4,64E-18	statistički značajno	silazan
7	90	6,55E-19	statistički značajno	silazan
8	90	7,62E-20	statistički značajno	silazan
9	90	8,65E-14	statistički značajno	silazan
10	90	8,19E-13	statistički značajno	silazan
11	90	1,6E-13	statistički značajno	silazan
12	90	2,29E-13	statistički značajno	silazan
Godišnji	90	2,77E-22	statistički značajno	silazan

4.2. Usporedba maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini

Na godišnjoj razini izrađena je usporedba trendova i grafički prikaz maksimalnih i minimalnih vrijednosti vodostaja. Na slici 4.9. može se zaključiti da su trendovi maksimuma i minimuma vodostaja istog smjera, odnosno silazni su. Trend maksimuma vodostaja određen je kao statistički neznačajan, a trend minimuma vodostaja određen je kao statistički značajan. Slika 4.10. grafički prikazuje razliku između maksimuma i minimuma vodostaja. Trend razlike je uzlazan i određen kao statistički neznačajan.



Slika 4.9. Usporedba maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini



Slika 4.10. Razlika trendova maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini

5. Zaključak

U programu Microsoft Office Excel su obrađeni podaci vodostaja Podsused-žičara i formulirani pomoću linearne regresijske analize na mjesečnoj i godišnjoj razini. Koristeći Studentov t-test izračunata je statistička značajnost za maksimum, minimum i srednju vrijednost vodostaja Podsused-žičara. Podaci o dnevnim vrijednostima vodostaja od 1930. do 2019. godine, koji su korišteni u radu, dobiveni su od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Na temelju dobivenih podataka i grafičkog prikaza usporedbe trendova maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini, može se zaključiti da se vrijednost vodostaja minimuma znatno smanjuje u odnosu na maksimum vodostaja na godišnjoj razini. Oba trenda su silazna, ali trend minimuma vodostaja je statistički značajan, dok je trend maksimuma statistički neznačajan. Razlika trendova maksimuma i minimuma vrijednosti vodostaja na godišnjoj razini ukazuje da je trend razlike uzlazan i statistički neznačajan. Dobiveni rezultati upućuje na potencijalnu pojavu više sušnih razdoblja u budućnosti u odnosu na poplavna razdoblja. Razlike maksimuma i minimuma ukazuju na sve jači utjecaj klimatskih promjena te ekstremnih klimatoloških događaja, poput razdoblja sve jačih i dugotrajnijih suša, ali i sve jačih i intenzivnijih oborina.

Trendove vodostaja je bitno proučavati iz razloga što govore o stanju određenog vodotoka i razini podzemne vode. Vodoopskrba grada Zagreba ovisi isključivo o zagrebačkom vodonosniku, odnosno o zalihama podzemnih voda navedenog vodonosnika. Rijeka Sava za vrijeme niskih vodostaja isušuje vodonosnik, a za vrijeme visokih vodostaja napaja vodonosnik. S obzirom da su vodonosnik i rijeka Sava povezani, od izuzetne je važnosti proučavati i pratiti kretanje vodostaja rijeke Save.

6. Literatura

POSAVEC, K. (2006): Identifikacija i prognoza minimalnih razina podzemne vode zagrebačkoga aluvijalnog vodonosnika modelima recesijskih krivulja. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

NAKIĆ, Z., BAČANI, A., PARLOV, J., DUIĆ, Ž., PERKOVIĆ, D., KOVAČ, Z., TUMAR, D. i MILJATOVIĆ, I. (2016.): Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području panonskog dijela HR. Registar dokumentacije, podzemne vode, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

POROPAT, M. (2016.): Zalihe podzemne vode zagrebačkog vodonosnika. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 3-6str.

VELIĆ, J. i SAFTIĆ, B. (1991): Subsurface Spreading and Facies Characteristics of Middle Pleistocene Deposits between Zaprešić and Samobor. *Geološki vjesnik*, 44, 69–82

VELIĆ, J. i DURN, G. (1993): Alternating Lacustrine-Marsh Sedimentation and Subaerial Exposure Phases during Quaternary: Prečko, Zagreb, Croatia. *Geologia Croatica*, vol. 46, no. 1, p. 71–90.

VELIĆ, J., SAFTIĆ, B. i MALVIĆ, T. (1999): Lithologic Composition and Stratigraphy of Quaternary Sediments in the Area of the “Jakuševac” Waste Depository (Zagreb, Northern Croatia). *Geologia Croatica*, vol. 52, no. 2, p. 119–130.

BAČANI, A. i ŠPARICA, M. (2001): Geology of the Zagreb aquifer system. 9th International Congress of the geological society of Greece. (26.-28. September, 2001). Proceedings, vol XXXIV, No 5, 1973-1979, Athens.

Web izvori:

1. METEO.HR, Postaja Podsused-žičara

URL:

https://meteo.hr/infrastruktura.php?section=mreze_postaja¶m=hm&el=povrsinske_hm (22. 07. 2021.)

2. HRVATSKE VODE, Sava

URL: <https://www.voda.hr/hr/novosti/sava-rijeka-s-najduljim-vodotokom-u-hrvatskoj> (23. 07. 2021.)

3. ZGPORTAL ZAGREB, Sava

URL: <https://www.zgportal.com/o-zagrebu/simboli-grad-a-zagreba/rijeka-sava/>
(23.07. 2021.)

4. PMF PREDAVANJA, Regresijska analiza

URL: https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/PREDAVANJE11.pdf
(23. 07. 2021.)

5. MATOSH, Regresijska analiza

URL: http://www.mathos.unios.hr/ptfstatistika/Vjezbe/materijali_7.pdf (23. 07. 2021.)

6. SCIENCEDIRECT TOPICS, Regresijska analiza

URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/regression-analysis>
(23. 07. 2021.)

7. INVESTOPEDIA, Koeficijent determinacije

URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/coefficient-of-determination.asp>
(24. 07. 2021.)

8. INVESTOPEDIA, Standardna devijacija

URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/standarddeviation.asp> (24. 07. 2021.)

9. STEDY.HR, Varijanca i standardna devijacija

URL: <https://stedy.hr/opisivanje-podataka/varijanca-i-standardna-devijacija> (24. 07. 2021.)

10. RICE UNIVERSITY, Studentov t-test

URL: <https://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/tools/stats/ttest.html> (25. 07. 2021.)

11. HRVATSKE VODE, Vodoopskrba Zagreba

URL: <https://www.vio.hr/o-nama/vodoopskrba/1494> (11.09.2021.)



KLASA: 602-04/21-01/135
URBROJ: 251-70-14-21-2
U Zagrebu, 15.9.2021.

Laura Sziller , studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/21-01/135, URBROJ: 251-70-14-21-1 od 28.4.2021. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

IZRAČUN TRENDOVA VODOSTAJA NA HIDROLOŠKOJ POSTAJI PODSUSED-ŽIČARA

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Doc. dr. sc. Zoran Kovač nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj:

(potpis)

Doc. dr. sc. Zoran Kovač

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomatske ispite:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko
Ružičić

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i
studente

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor
Kuhinek

(titula, ime i prezime)