

Analiza vodnog režima vodnih pojava na području Donje Neretve

Radetić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:772060>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI**

**Sveučilišni diplomski studij
Hidrotehnika
Hidrosustavi u kršu**

**Iva Radetić
JMBAG: 0114025238**

**Analiza vodnog režima vodnih pojava na području
Donje Neretve**

Diplomski rad

Rijeka, rujan 2020.

Naziv studija: **Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Hidrotehnika

Tema diplomskog rada

ANALIZA VODNOG REŽIMA VODNIH POJAVA NA PODRUČJU DONJE NERETVE

ANALYSIS OF WATER REGIME OF WATER EVENTS IN THE LOWER NERETVA REGION

Kandidatkinja: **IVA RADETIĆ**

Kolegij: **HIDROSUSTAVI U KRŠU**

Diplomski rad broj: **H-2020-54**

Zadatak:

U radu je potrebno:

- Prikazati opće vodne značajke donjeg toka rijeke Neretve (u Hrvatskoj)
- Provesti osnovnu statističku analizu raspoloživih hidroloških podataka o vodostajima, protocima s lokaliteta izvorišta Prud i Modro oko, jezera Kuti, vodotoka Neretve, Norinske rijeke i Lateralnog kanala, kao i mora (postaja Ustava Ušće) tmjesečnih i godišnjih podataka o protocima na postajama Ladešić Draga, Metlika i Kamanje, kao i njihovu unutargodišnju raspodjelu
- Provesti analizu podataka o sadržaju klorida i temperaturi vode na odabranim lokalitetima
- Analizirati dinamiku kolebanja razina vode (na satnoj vremenskoj skali) na izvorištima i jezeru Kuti u ovisnosti o kolebanjima razine vode u Neretvi i njenim pritokama, kao i razinama mora.

Tema rada je uručena: 25. veljače 2020.

Mentor:

doc. dr. sc. Josip Rubinić,
dipl. ing. građ.

IZJAVA

Diplomski rad sam izradila samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



Iva Radetić

U Rijeci, 11. rujna 2020.

Zahvala

Zahvaljujem se svojem mentoru doc.dr.sc. Josipu Rubiniću na iznimnom strpljenju, pomoći i stručnom vodstvu prilikom čitavog studija kao i prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Najviše se zahvaljujem svojem najvećem osloncu u životu, svojoj obitelji koja je uvijek bila uz mene i pružala mi neizmjernu podršku u najtežim trenucima. Posebno zahvaljujem noniću koji je uvijek vjerovao u mene te mu zato posvećujem ovaj rad.

Sažetak

Dolina donjeg toka rijeke Neretve je specifičan prostor kod kojeg su zbog mnogih transformacija tijekom posljednjeg stoljeća posebno izraženi problemi s zaslanjenjem Neretve i s njom vezanih vodnih pojava, kao i podzemnih voda, naročito u sušnim periodima godine. Do promjena je došlo zbog opsežnih hidromelioracijskih zahvata na području Donje Neretve, promjene režima dotoka Neretve uslijed izgradnje brojnih HE i akumulacija na njenom gornjem dijelu toka i prevođenja dijela voda. U radu je sadržana analiza vodnog režima vodnih pojava na području Donje Neretve u ovisnosti o vodnom režimu Neretve i razine Jadranskog mora. Radi se o vodnim pojavama izvora Prud i Modrog oka na desnoj obali te jezera Kuti na lijevoj obali Neretve. Provedene su analize i statistička obrada godišnjih, mjesečnih i satnih podataka na osnovi ulaznih podataka o vodostajima, protocima, temperaturama vode i koncentraciji klorida u vodi za dostupno razdoblje podataka.

Ključne riječi:

Donja Neretva, izvor Prud, Modro oko, jezero Kuti, vodostaj, protok, temperatura vode, kloridi

Abstract

The valley of the lower stream of the Neretva river is a specific area where, due to many transformations during the last century, problems with salinization of Neretva river and related water occurrences, as well as groundwater, especially in dry periods of the year, are particularly expressed. The changes were due to extensive hydromelioration interventions in the area of the Lower Neretva, changes in the inflow regime of Neretva due to the construction of numerous HPPs and reservoirs in its upper stream and transfer of the part of the water. The paper contains an analysis of the water regime of water occurrences in the area of Lower Neretva depending on the water regime of the Neretva river and the level of the Adriatic Sea. These are water occurrences of the Prud and Blue Eye springs on the right bank and Lake Kuti on the left bank of the Neretva river. Analyzes and statistical processing of annual, monthly and hourly data were performed on the basis of input data on water levels, flow ratios, water temperatures and chloride concentrations in water for the available data period.

Key words:

Lower Neretva, Prud spring, Blue Eye, Lake Kuti, water level, flow rate, water temperature, chlorides

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. OPĆE PRIRODNE ZNAČAJKE ANALIZIRANOG PODRUČJA	3
2.1. Meteorološke i klimatske karakteristike	3
2.2. Geološke karakteristike.....	4
2.3. Opće hidrografske značajke toka Neretve i vodnih pojava u donjem dijelu toka.....	6
3. RASPOLOŽIVI PODACI.....	13
4. REZULTATI OBRADA.....	20
4.1. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o vodostajima	20
4.2. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o protocima	50
4.3. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o temperaturi vode	57
4.4. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o koncentraciji klorida u vodi	62
4.5. Analiza satnih podataka o vodostajima	69
5. ZAKLJUČAK	88
Literatura.....	89

Popis slika:

Slika 1.1: Analizirano područje Donje Neretve (https://deacademic.com/pictures/dewiki/78/Neretva_Map.PNG).....	1
Slika 1.2: Situacijski prikaz područja Donje Neretve u Hrvatskoj [1]	2
Slika 2.1: Prostorna raspodjela: a) srednjih godišnjih količina oborina b) srednje godišnje temperature zraka za područje južne Dalmacije (1961.-1990.) (Rubinić, 2015 - prema DHMZ-u)	3
Slika 2.2: Karta sliva Neretve i izohijeta [3].....	4
Slika 2.3: Pregledna geološka karta ušća Neretve: 1 – Kvartarne aluvijalne naslage, 2 – Naslage gornjeg eocena (fliš), 3 – Vapnenci donjeg eocena, 4 – Kredni vapnenci i dolomiti, 5 – Jurski vapnenci i dolomiti, 6 – Trijaski vapnenci, 7 – Rasjedi (Felja, 2017)	5
Slika 2.4: Situacija područja donjeg toka rijeke Neretve.....	7
Slika 2.5: Prikaz estuarija Neretve s formiranom deltom	7
Slika 2.6: Prikaz ušća Neretve prije provedbe hidromelioracijskih radova [3]	8
Slika 2.7: Melioracijske zone Donje Neretve [3]	9
Slika 2.8: Izvor Prud (izvor: Rubinić, J.).....	10
Slika 2.9: Izvor Modro oko [5]	12
Slika 2.10: Jezero Kuti (izvor: Puljan,I.).....	13
Slika 3.1: Lokacije hidroloških stanica na analiziranom području	14
Slika 3.2: Hidrološka postaja Prud [5]	18
Slika 4.1: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Prud preljev uzvodno	24
Slika 4.2: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Prud preljev uzvodno.....	25
Slika 4.3: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Prud.....	26
Slika 4.4: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Prud	27
Slika 4.5: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Kula Norinska	29
Slika 4.6: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Kula Norinska.....	30
Slika 4.7: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Jezero Kuti.....	32
Slika 4.8: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Jezero Kuti.....	33

Slika 4.9: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Modro oko	35
Slika 4.10: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Modro oko	36
Slika 4.11: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Neretva, Metković	38
Slika 4.12: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Neretva, Metković	39
Slika 4.13: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Bijeli vir, lateralni kanal	41
Slika 4.14: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Bijeli vir, lateralni kanal	42
Slika 4.15: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Bijeli vir	44
Slika 4.16 Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Bijeli vir	45
Slika 4.17: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva	47
Slika 4.18: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva	48
Slika 4.19: Dijagram srednjih godišnjih vodostaja za sve postaje	49
Slika 4.20: Dijagram maksimalnih godišnjih vodostaja za sve postaje	50
Slika 4.21: Dijagram minimalnih godišnjih vodostaja za sve postaje	51
Slika 4.22. Unutargodišnja raspodjela protoka za postaju Prud preljev uzvodno	53
Slika 4.23: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih protoka za postaju Modro oko	54
Slika 4.24: Unutargodišnja raspodjela protoka za postaju Modro oko	55
Slika 4.25: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih protoka za postaju Bijeli vir	57
Slika 4.26: Unutargodišnja raspodjela protoka za postaju Bijeli vir	58
Slika 4.27: Unutargodišnja raspodjela temperatura vode za postaju Prud preljev uzvodno	60
Slika 4.28: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih temperatura vode za postaju Neretva, Metković	62
Slika 4.29: Unutargodišnja raspodjela temperatura vode za postaju Neretva, Metković	63

Slika 4.30: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Neretva, Metković	65
Slika 4.31: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Norin, izvorište Prud.....	66
Slika 4.32: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Norin, Kula Norinska.....	67
Slika 4.33: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Jezero Kuti.....	68
Slika 4.34: Sadržaj klorida po postajama.....	69
Slika 4.35: Unutargodišnja raspodjela sadržaja klorida u vodi na postajama.....	70
Slika 4.36: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za sušnu 2011. godinu	71
Slika 4.37: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za vodnu 2010. godinu.....	72
Slika 4.38: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za sušniji period 2011. godine	73
Slika 4.39: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za vodniji period 2010. godine	74
Slika 4.40: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Kula Norinska za sušnu 2011. godinu	75
Slika 4.41: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Kula Norinska za vodnu 2010. godinu	76
Slika 4.42: Dijagram satnih vrijednosti za stanice izvor Prud i Kula Norinska za sušniji period 2011. godine	77
Slika 4.43: Dijagram satnih vrijednosti za stanice izvor Prud i Kula Norinska za vodniji period 2010. godine	78
Slika 4.44: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Prud preljev uzvodno za 2016. godinu.....	79
Slika 4.45: Dijagram satnih podataka za stanice izvor Prud i Prud preljev uzvodno za sušniji period 2016. godine	80
Slika 4.46: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Prud preljev uzvodno i Kula Norinska za sušniju 2017. godinu.....	82
Slika 4.47: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Prud preljev uzvodno i Kula Norinska za vodniju 2015. Godinu	82

Slika 4.48: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Kula Norinska i Prud preljev uzvodno za sušnji period 2017. godine.....	83
Slika 4.49: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Kula Norinska i Prud preljev uzvodno za vodniji period 2015. godine.....	84
Slika 4.50: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Bijeli vir, Bijeli vir lateralni kanal i Jezero Kuti za 2017. godinu	85
Slika 4.51: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Bijeli vir, Bijeli vir, lateralni kanal i Jezero Kuti za sušnji period 2017. godine.....	86
Slika 4.52: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Bijeli vir, Bijeli vir, lateralni kanal i Jezero Kuti za vodniji period 2017. godine.....	86
Slika 4.53: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za sušnu 2011. godinu	88
Slika 4.54: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za vodnu 2010. godinu	88
Slika 4.55: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za sušnji period 2011. godine.....	89
Slika 4.56: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za vodniji period 2010. godine.....	90

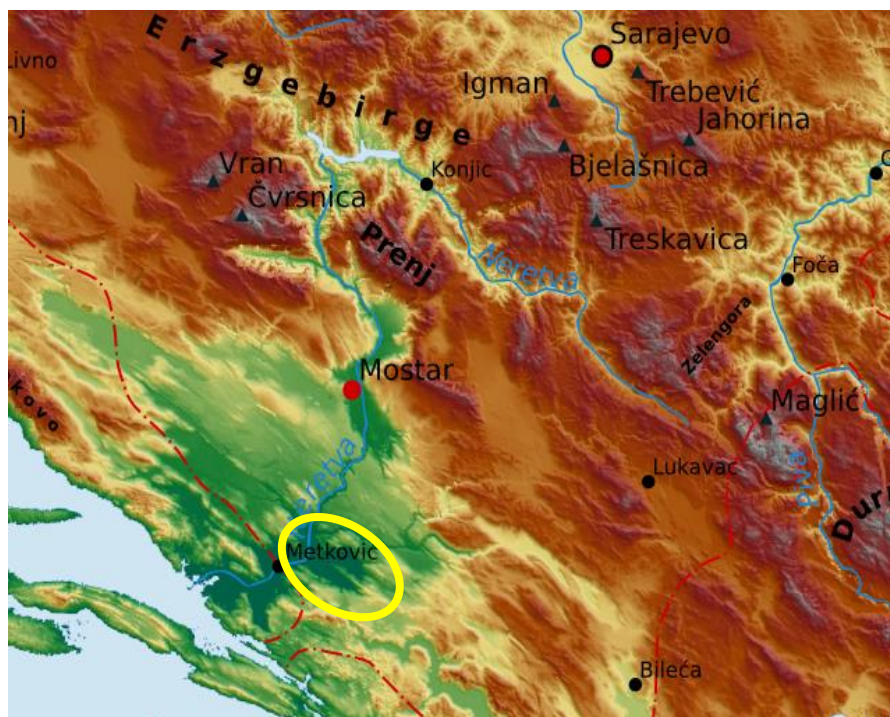
Popis tablica:

Tablica 3.1: Prikaz raspoloživih podataka po hidrološkim stanicama	15
Tablica 3.2: Karakteristične kote položaja „0“ vodokaza.....	16
Tablica 4.1: Karakteristični izmjereni vodostaji na hidrološkim stanicama.....	20
Tablica 4.2: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Prud preljev uzvodno	22
Tablica 4.3: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Prud	24
Tablica 4.4: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Kula Norinska.....	27
Tablica 4.5: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Jezero Kuti	30
Tablica 4.6: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Modro oko	33
Tablica 4.7: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Neretva, Metković.....	36
Tablica 4.8: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Bijeli vir, lateralni kanal.....	39
Tablica 4.9: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Bijeli vir	42
Tablica 4.10: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva	45
Tablica 4.11: Karakteristični izmjereni protoci izmjereni na hidrološkim stanicama	50
Tablica 4.12: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o protocima s postaje Prud preljev uzvodno	51
Tablica 4.13: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o protocima s postaje Modro oko	52
Tablica 4.14: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o protocima s postaje Bijeli vir	55
Tablica 4.15: Karakteristične izmjerene temperature vode izmjerene na hidrološkim stanicama.....	58
Tablica 4.16: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o temperaturama vode s postaje Prud preljev uzvodno	58

Tablica 4.17: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o temperaturama vode s postaje Neretva, Metković	60
Tablica 4.18: Karakteristični izmjereni kloridi izmjereni na stanicama za praćenje kakvoće vode.....	62
Tablica 4.19: Srednji mjesečni i godišnji podaci o kloridima u vodi za postaje.....	63
Tablica 4.20: Kolebanja satnih razina na postajama Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće tijekom sušnog razdoblja od 20.9.2011. do 4.10.2011.	71
Tablica 4.21: Kolebanja satnih razina na postajama Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće tijekom vodnog razdoblja od 20.11.2010. do 5.12.2010.....	72
Tablica 4.22: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i izvor Prud tijekom sušnog razdoblja od 23.9.2011. do 7.10.2011.....	75
Tablica 4.23: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i izvor Prud tijekom vodnog razdoblja od 23.11.2010. do 7.12.2010.	76
Tablica 4.24: Kolebanja satnih razina na postajama izvor Prud i Prud preljev uzvodno tijekom sušnijeg razdoblja od 3.10.2016. do 17.10.2016.....	78
Tablica 4.25: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i Prud preljev uzvodno tijekom sušnog razdoblja od 12.10.2017. do 26.10.2017.....	81
Tablica 4.26: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i Prud preljev uzvodno tijekom vodnog razdoblja od 10.10.2015. do 25.10.2015.....	82
Tablica 4.27: Kolebanja satnih razina na postajama Jezero Kuti i Ustava ušće tijekom sušnog razdoblja od 20.5.2011. do 4.6.2011.....	86
Tablica 4.28: Kolebanja satnih razina na postajama Jezero Kuti i Ustava ušće tijekom vodnog razdoblja od 22.11.2010. do 7.12.2010.	87

1. UVOD

U ovom radu analiziran je vodni režim vodnih pojava na području Donje Neretve (Slika 1.1) u ovisnosti o vodnom režimu kako Neretve, tako i o kolebanjima razine Jadranskog mora. Radi se o vodnim pojavama izvora Prud i Modrog oka koji su locirani s desne obale Neretve, te jezera Kuti s njezine lijeve obale. Raznoliko područje Donje Neretve sastavljeno od aluvijalne naplavne ravnice i krškog okvira predmet je brojnih istraživanja različitih disciplina, pa tako i vodnogospodarskih sagledavanja. Zbog mnogih transformacija koje je doživjela tijekom posljednjeg stoljeća, kako zbog opsežnih hidromelioracijskih zahvata na području Donje Neretve, tako i promjene režima dotoka Neretve uslijed izgradnje brojnih HE i akumulacija na njezinom gornjem dijelu toka i prevođenja dijela voda. Posebno su izraženi problemi s zaslanjenjem Neretve i s njom vezanih vodnih pojava, kao i podzemnih voda, naročito u sušnim periodima godine.



Slika 1.1: Analizirano područje Donje Neretve

(https://deacademic.com/pictures/dewiki/78/Neretva_Map.PNG)

Radi se o vrlo vrijednom vodnom sustavu koje je zbog svojih iznimnih prirodnih značajki u velikoj mjeri i zaštićeno (Slika 1.2). Posljednja odluka vezana uz zaštitu

prostora kojeg obuhvaćaju vodni resursi toga područja je Uredba o proglašavanju posebnih rezervata “Modro oko i jezero Desne”, “Ušće Neretve” i “Kuti” (NN 04/2020) [1].



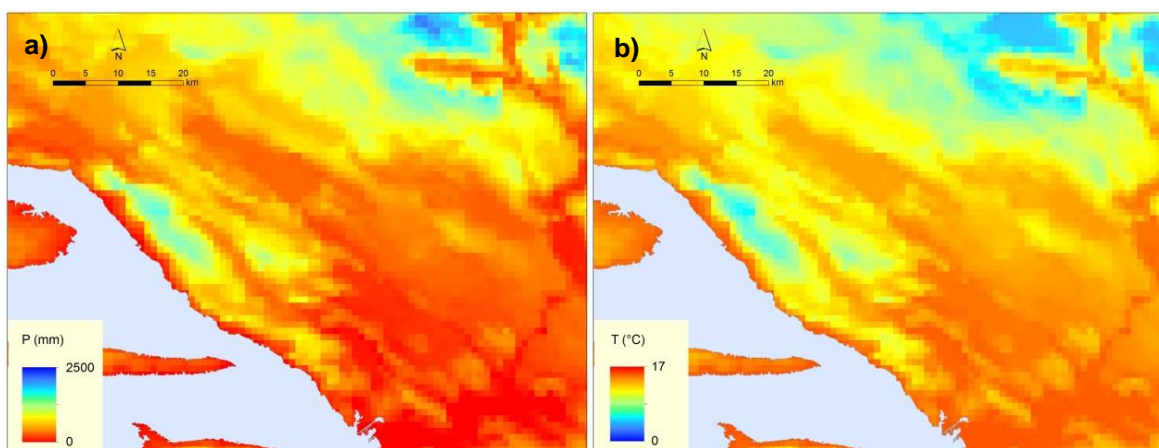
Slika 1.2: Situacijski prikaz područja Donje Neretve u Hrvatskoj [1]

Rad sadrži informacije o analiziranom području Donje Neretve, jezera Kuti, Modrog oka i izvora Prud te njihove opće i hidrološke karakteristike. Provedene su analize na godišnjoj, mjesečnoj i satnoj bazi, na osnovi ulaznih podataka o vodostajima, protocima, temperaturama vode i koncentraciji klorida u vodi za dostupna razdoblja podataka.

2. OPĆE PRIRODNE ZNAČAJKE ANALIZIRANOG PODRUČJA

2.1. Meteorološke i klimatske karakteristike

Slivno područje Neretve klimatološki ima obilježja prelaska između mediteranskog i umjerenog kontinentalnog režima. Veći dio slivnog područja smješten je u Dinarskom planinskom masivu što slivnom području daje karakteristike kontinentalnog podneblja dok mu utjecaj Jadranskog mora sa zapada i juga daje mediteranske karakteristike. Sudeći prema podacima prosječnih godišnjih oborina te temperatura zraka (Slika 2.1), slivno područje Donje Neretve pripada mediteranskoj klimi, čije su osnovne karakteristike blage kišne zime i vruća suha ljeta [2].



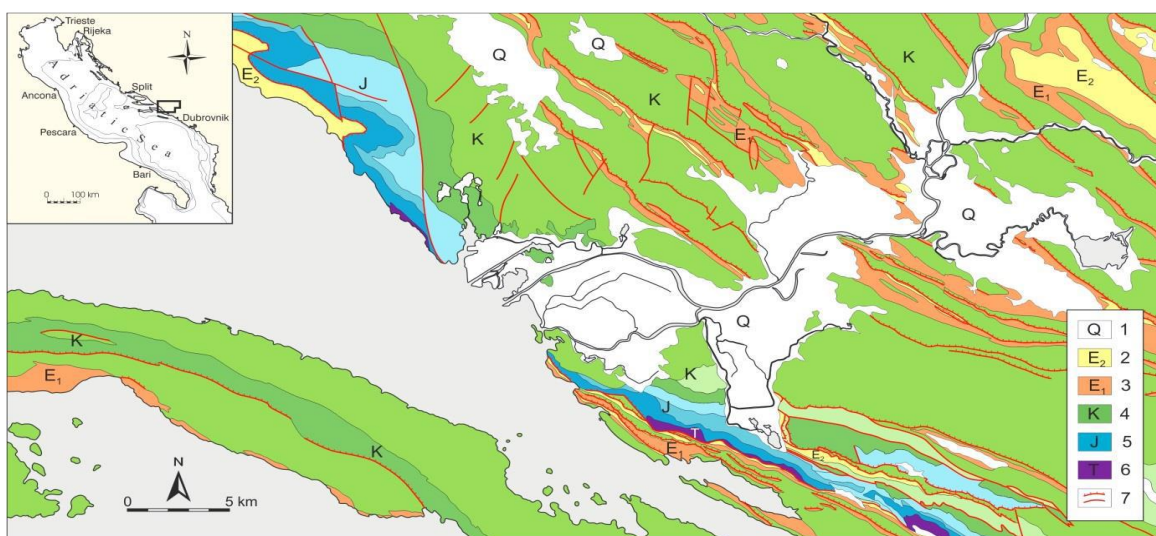
Slika 2.1: Prostorna raspodjela: a) srednjih godišnjih količina oborina b) srednje godišnje temperature zraka za područje južne Dalmacije (1961.-1990.) (Rubinić, 2015 - prema DHMZ)

Na širem području Donje Neretve prosjek temperatura zraka kroz godine kreće se od 14°C do 16 °C. U srpnju javljaju se najviše prosječne mjesečne temperature, a najniže u veljači. Povremeno u hladnom dijelu godine, najčešće siječnju, srednje dnevne temperature zraka padnu i do - 6 °C. Najviše srednje dnevne temperature ponekada prelaze i 30 °C [2].

Oborine u zimskom periodu godine najznačajnije su za sliv područja Neretve te uvelike utječu na pojavu velikih voda. Prema detaljnijoj karti izohijeta (Slika 2.2) prosječna godišnja količina oborina na slivu Neretve kreće se između 1040 mm u priobalju do

voda odmah odlazi u podzemlje stoga se samo za vrijeme dugotrajnih i jakih kiša formiraju povremeni kratki vodotoci [2].

Kvartarni sedimenti istaloženi u dolini Donje Neretve su fluvijalni pleistocensko-holocenski sedimenti. Sastavljeni su od poroznih pjeskovitih i glinovitih šljunaka, najčešće prekrivenih prašinastim glinama čiju podlogu tvore fluvio-glacijalne naslage što uzrokuje da zbog visoke razine podzemne vode, dio površine pokrivaju muljeviti močvarni tereni koji povremeno plave. S obje strane doline Neretve, na rubnim dijelovima, nalaze se nepropusne flišne naslage koje pogoduju pojavi krških izvora [2].



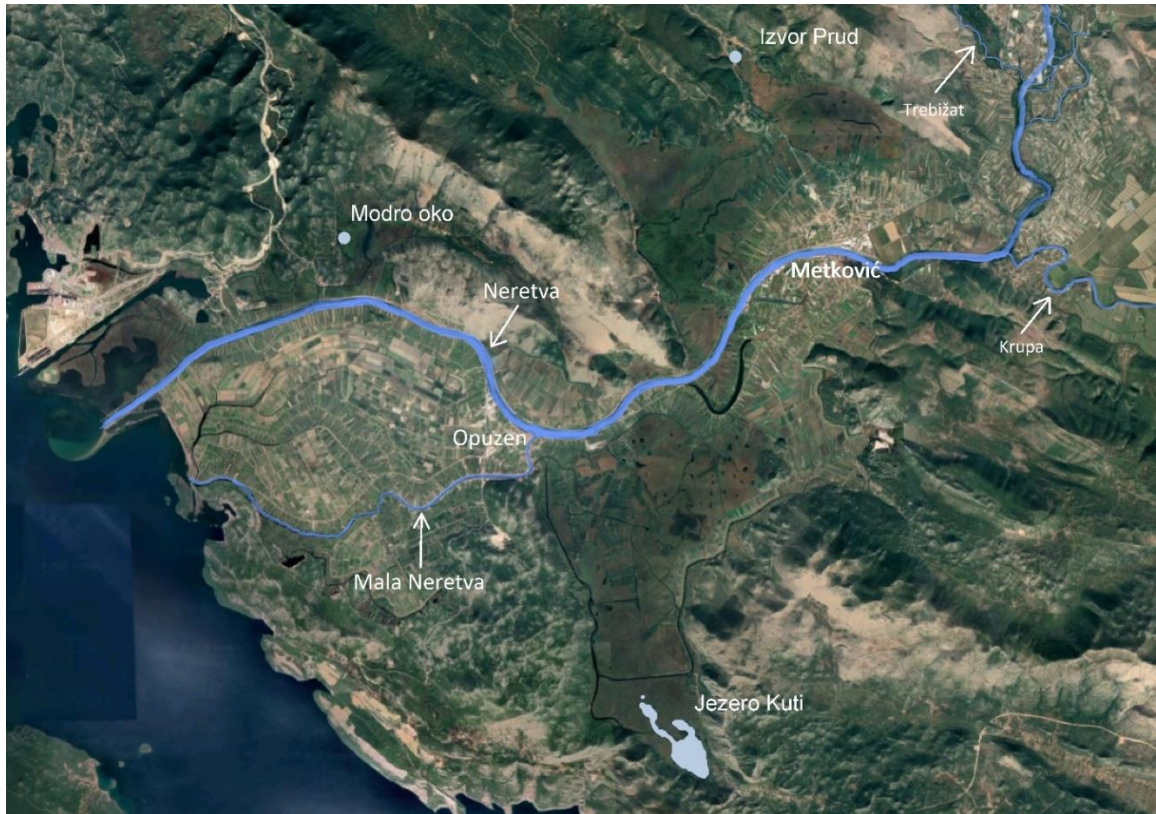
Slika 2.3: Pregledna geološka karta ušća Neretve: 1 – Kvartarne aluvijalne naslage, 2 – Naslage gornjeg eocena (fliš), 3 – Vapnenci donjeg eocena, 4 – Kredni vapnenci i dolomiti, 5 – Jurski vapnenci i dolomiti, 6 – Trijaski vapnenci, 7 – Rasjedi (Felja, 2017)

Delta rijeke Neretve zbog svoje prevladavajuće međuzrnske poroznosti može se promatrati kao zasebna vodna cjelina. U Hrvatskoj širina delte iznosi oko 8 km, dok se na nekim mjestima suzuje na svega 1-2 km. Debljina aluvijalnog nanosa na delti varira od svega nekoliko metara do više od 120 m. U međuglacialnim razdobljima u vrijeme jakih donosa slatke vode prevladavale su krupnoklastične komponente šljunak i pijesak, a u vrijeme glacijala tijekom smanjenih dotoka sitnozrnate komponente kao glina. U zadnjoj fazi taloženja s jakim utjecajem mora nastale su velike mase glinovitog sedimenta s puno organskih komponenti. Heterogeni litološki sastav delte uzrokovao je brze izmjene vodonosnih i vodonepropusnih slojeva što je uzrokovalo pojavu brojnih krških izvora na rubovima delte [4].

2.3. Opće hidrografske značajke toka Neretve i vodnih pojava u donjem dijelu toka

Rijeka Neretva svojom dužinom od 215 km, od čega je 22 km u Republici Hrvatskoj, najveći je vodotok na istočnoj obali Jadranskog mora. Površina sliva procjenjuje se na 8000 do 10000 km², od koje se 280 km² nalazi u Republici Hrvatskoj. Tečenjem sredinom sliva dijeli ga na istočni i zapadni dio. Na istočnom dijelu prevladavaju više apsolutne visinske kote terena koje pridonose većem hidroenergetskom potencijalu područja što je uzrok detaljnijih istraživanja hidrogeologije i procesa otjecanja sa sliva tog područja. Sliv obiluje nizom krških polja koja plave povremeno u najnižim dijelovima [3].

Područje Donje Neretve započinje nizvodno od ušća Krupe te ga karakterizira složena hidrografija i utjecaj mora. U donji tok Neretve s desne strane se ulijeva pritok Trebižat, a s lijeve strane pritoke Bregava i Krupa koja istječe iz Hutovog blata (Slika 2.4). Pritok Trebižat u Neretvu dovodi vode sa sliva ljubuške Tihaljine i Mlade, imotske Suvaje i Vrljike te posuške Ričine. Neretva se račva na Veliku i Malu Neretvu kod Opuzena, 11,7 km od ušća. Brojni izvori nalaze se na rubu doline te se ulijevaju u rijeku Neretvu i njen rukavac Malu Neretvu. Rijeka Neretva svoj tok završava prostranim estuarijem (Slika 2.5) [5].



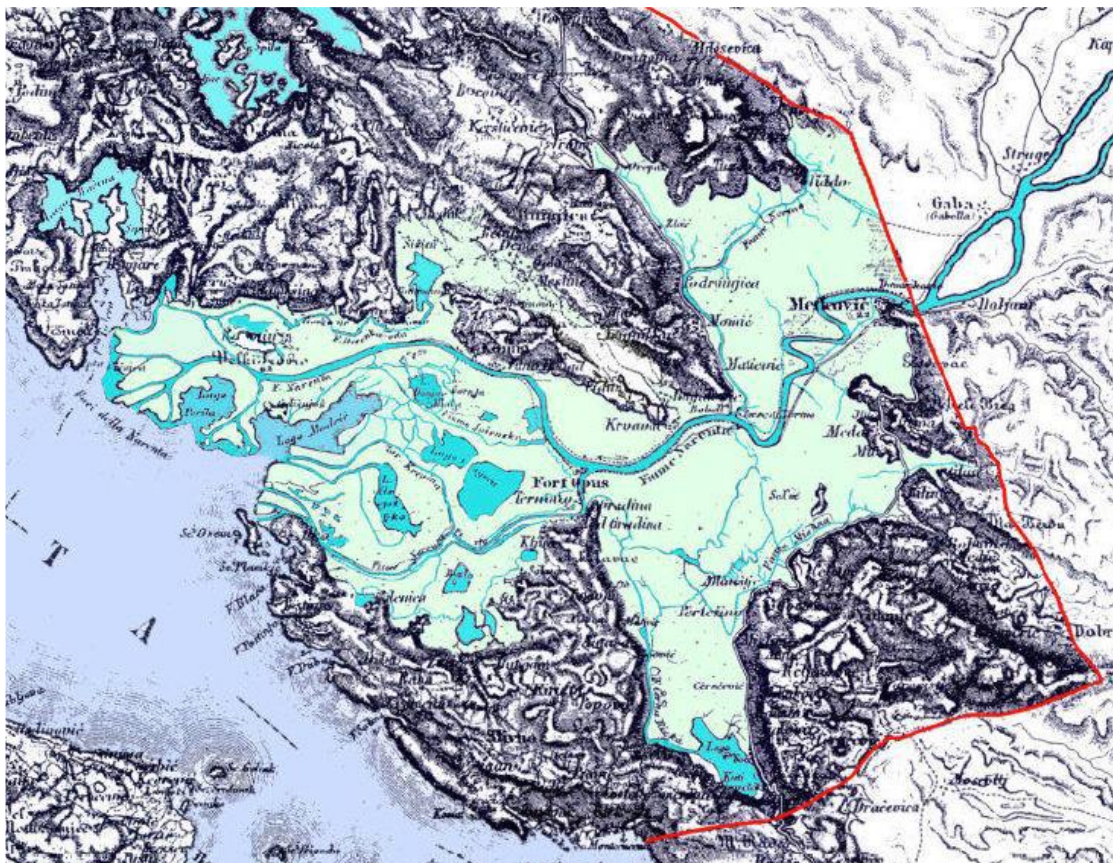
Slika 2.4: Situacija područja donjeg toka rijeke Neretve



Slika 2.5: Prikaz estuarija Neretve s formiranom deltom (www.crorivers.com)

Promjena razine vode u koritu Neretve pod utjecajem je mora do oko 23 km od ušća, sve do iznad Metkovića. Morski valovi zajedno s pojavom plime mogu znatno otežati uvjete tečenja na ušću, posebno kod pojave velikih voda. Uzevši u obzir da dolinom pretežno prevladavaju vapnenci velike vodopropusnosti otjecanje prema rijeci Neretvi i moru odvija se podzemno [5].

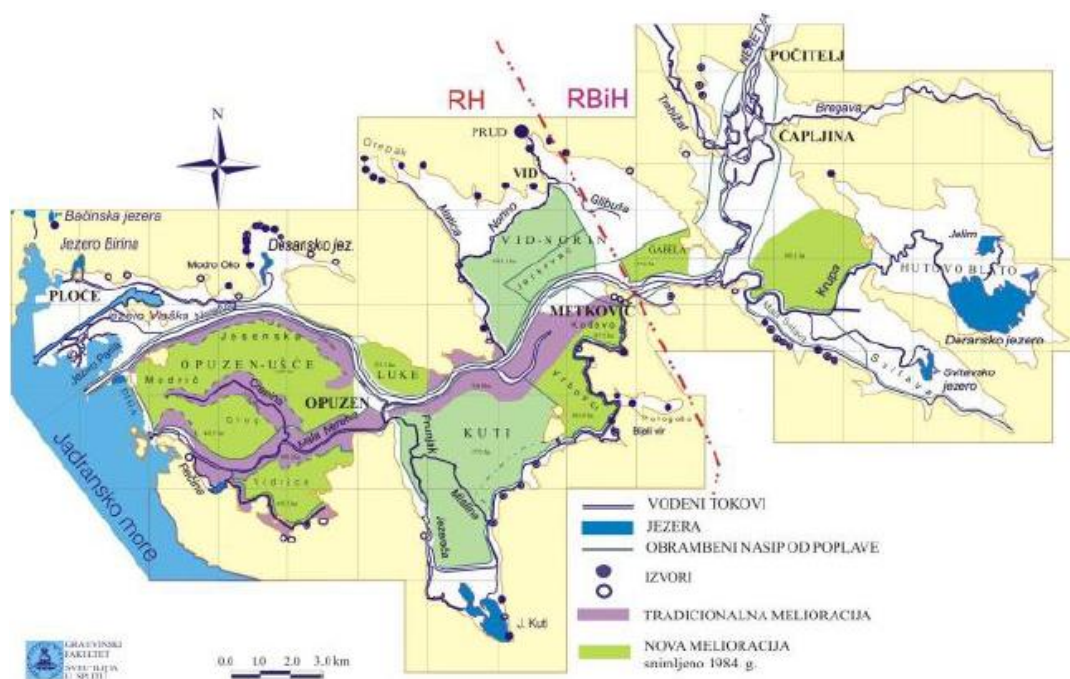
Kroz povijest prostor delte Neretve uvelike se razlikovao od današnjeg. Lokacija ušća Neretve u more nekad je bila na mjestu naselja Gabela. Taloženjem nanosa i formiranjem razgranate delte ušće se premjestilo nizvodnije te je došlo do zamočvarenja područja (Slika 2.6) [3].



Slika 2.6: Prikaz ušća Neretve prije provedbe hidromelioracijskih radova [3]

Raznim zahvatima u samoj dolini u posljednja dva stoljeća došlo je do bitnih promjena, regulacijskim radovima rijeka je postala plovna za veće brodove sve do Metkovića, gdje je izgrađena luka. Prvi melioracijski radovi (Slika 2.7) izvedeni su 1953. godine na području Luke, na desnoj obali između Komina i Krvavca, nakon čega su izvedeni i radovi na melioraciji područja Koševo-Vrbovci. Završetkom radova 1963. godine

započinju radovi na izgradnji dijelova sustava obrane od poplava, nasipa i nadvišenja utvrđene obale Neretve te kasnije izgradnja dvije brane sa ustavama na Maloj Neretvi (uzvodna na početku toka u Opuzenu i nizvodna na kraju toka na ušću u more). Planirana uloga brana je sprječavanje ulaska slane vode u tok Male Neretve i reguliranje toka Velike Neretve za vrijeme velikih voda [3].



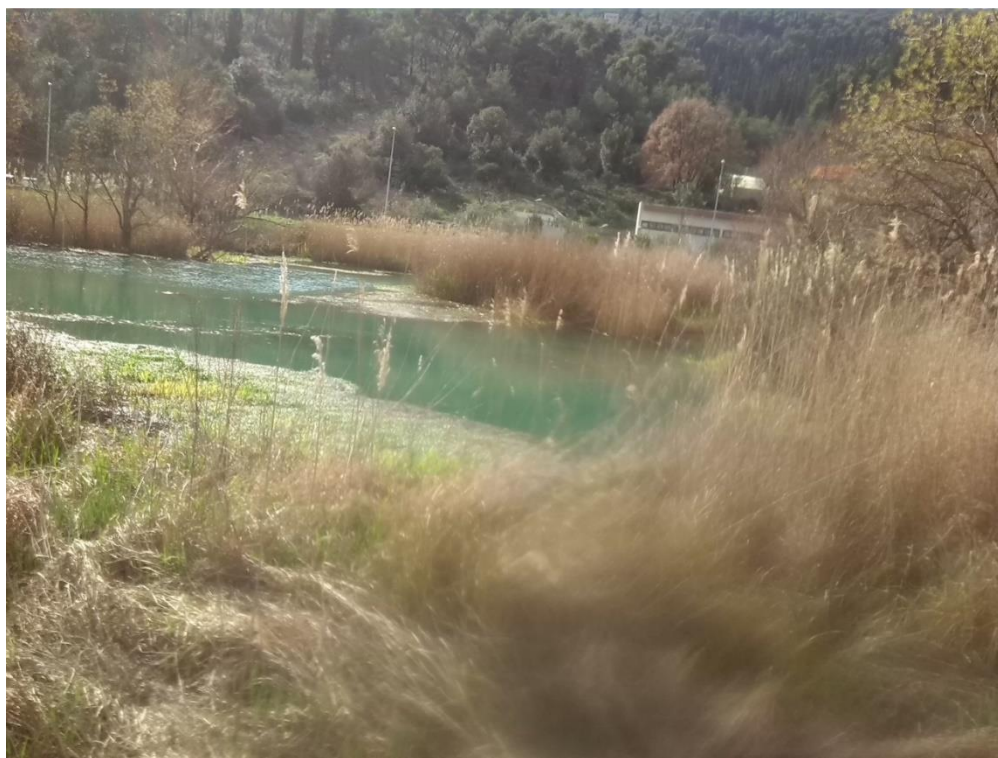
Slika 2.7: Melioracijske zone Donje Neretve [3]

Povećanju količina voda tijekom poplavnih razdoblja doprinosi veliki broj izvora na lijevom i desnom rubu doline Donje Neretve. Prihranjivanje desnoobalnih izvora vrši se većim dijelom vodama s viših dijelova Hercegovine, uključujući Livanjsko, Duvanjsko i Imotsko krško polje, a manjim dijelom dotocima iz vlastitog sliva. Prihranjivanje lijevoobalnih izvora vrši se dijelom iz Popovog polja, a dijelom iz vlastitog sliva. Dio izvora se aktivira samo tijekom kišnog razdoblja dok dio izvora ima kontinuirane dotoke [2].

Na području Donje Neretve značajniji izvori se mogu podijeliti na: izvore na području Vid-Norin, izvore na području Koševo-Vrbovci-Kuti i izvore na području Opuzen-ušće. Od postojećih izvora za vodoopskrbu se koriste: Prud, Klokun i Doljane, a svi ostali izvori, osim Modrog Oka i Bijelog Vira, nisu pogodni za vodoopskrbu [2].

U dolini Neretve brojnim zahvatima došlo je do bitne promjene vodnog režima kao što su smanjenje dotoka svježje vode preko izvora na rubnim dijelovima doline pogotovo u sušnom razdoblju što uzrokuje intenzivniji prodor mora u unutrašnjost sliva kroz krške pukotine, aluvij doline i korita površinskih tokova. Iz tog razloga voda u koritu Neretve kao i podzemna voda zaslanjuju te je takva u velikoj mjeri neupotrebljiva za navodnjavanje. Nedovoljan dotok svježje vode u dolinu ima posljedica na živi svijet pa tako neke biljne i životinjske vrste nestaju s tog područja. Zaštitom područja nastoji se održati ravnoteža između bioraznolikosti i potreba stanovništva [3].

Najznačajnije vrelo u Donjoj Neretvi koje se koristi za potrebe vodoopskrbe je izvor Prud, koji predstavlja izvor rijeke Norin (Slika 2.8). Područje sliva pripada međugraničnom prostoru od čega se gotovo u cijelosti njegov sliv nalazi na području Bosne i Hercegovine dok se samo manji dio sliva kao i sam izvor nalaze na području Hrvatske. Izvor je uključen u vodoopskrbni sustav te je stoga izgradnjom zaštitnog nasipa, obodnog kanala i kanalizacije mjesta Prud onemogućeno zagađenje užeg područja oko izvora [6].



Slika 2.8: Izvor Prud (izvor: Rubinić, J.)

Sam izvor tvori početak desnoobalne pritoke Neretve, Norinske rijeke. Podzemnim hidrografskim vezama izvor Prud povezan je s vodama sliva rijeke Trebižat. Izvor je promjera oko 50 m i poprima oblik jezerca. Kaptiran je za potrebe napajanja regionalnog vodovoda Metković-Pelješac-Korčula-Lastovo-Mljet čiji je vodozahvat kapaciteta 382 l/s [5]. Vodoopskrbni sustav "MPKLM vodovod" opskrbljuje područje Metkovića, Opuzena i okolnih naselja, poluotok Pelješac i otoke Korčulu, Lastovo i Mljet uz njihove vlastite izvore [6].

Izvor Prud velike je izdašnosti od oko prosječno godišnje 6 m³/s, minimalne oko 2 m³/s, a maksimalne do oko 20 m³/s. Prema vodopravnoj dozvoli dozvoljeno je godišnje zahvaćanje do 12 mil. m³ vode dok se u stvarnosti zahvaća do oko 4 mil. m³ vode. Mjerenje protoka vrši se od 1.4.2015. na novoj postaji Prud preljev uzvodno [6].

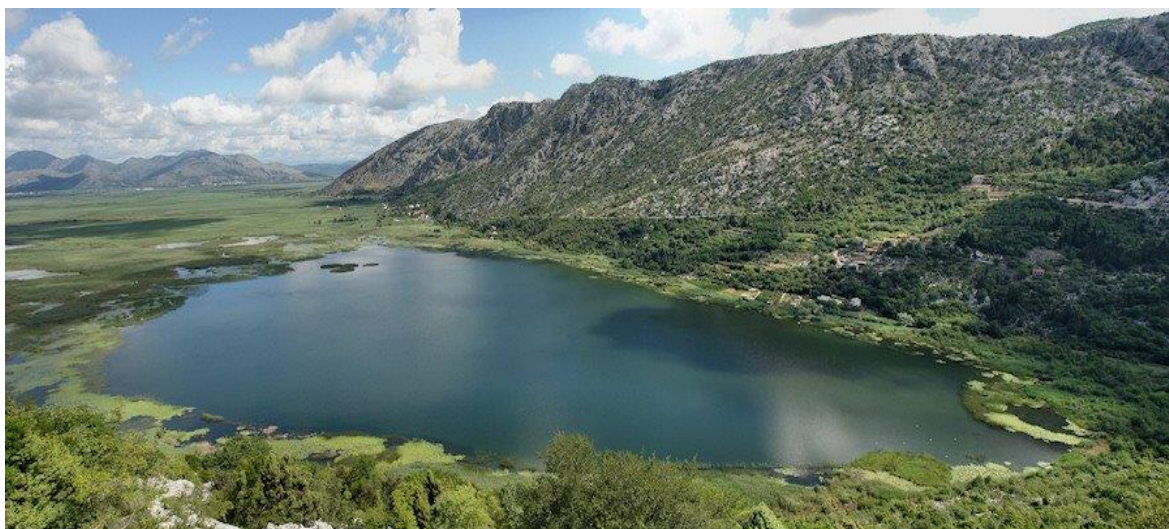
Modro oko je vrelo u obliku ljevkastog jezera promjera 150m i 100 m, površine oko 1,2 ha (Slika 2.9). Hidrografski je vezano s jezerom Desne te zajedno imaju status zaštićenog krajolika. Područje prihranjivanja od oko 450 km² dijeli s izvorom Klokun koji je udaljen 6,3 km. Na obodu jezera nalaze se izdanci, a voda izvire i s dna jezera. Dotok vode događa se podzemnim putem, a voda iz jezera kanalom otječe u Desansko jezero [5].



Slika 2.9: Izvor Modro oko [5]

Maksimalan protok izvora procjenjen je na 30 m³/s. Izvor je jedno od najvećih izvorišta na području doline Neretve koje se nekada koristilo za navodnjavanje PIK-a Neretva s izdašnosti od oko 250 l/s, a zatim za vodoopskrbu Opuzena do izgradnje regionalnog vodovoda MPKLM. Danas izvor za vodoopskrbu koristi samo naselje Desne, oko 7-8 l/s, a izvorištem upravlja JU Izvor Ploče [7].

Jezero Kuti (Slika 2.10) nalazi se u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, jugoistočno od Opuzena te predstavlja vodoplavnu zonu koja je dio južnog dijela doline Neretve. Prije izgradnje nasipa uz rijeku Neretvu područje Kuti je služilo kao velika retencija poplavnih voda Neretve. Područje je močvarnih, jezerskih i krških značajki. Jezero je plitko, eutrofno odnosno oligotrofno. S Neretvom ga povezuju rijeke Crna rijeka i Mislina koja se spaja u vodotok Prunjak koji se ulijeva u Malu Neretvu kod Opuzena. Morske mijene Jadranskog mora također utječu na ovo jezero. Jezero je na nadmorskoj visini od 1 metar, maksimalne dubine 6 m. Površina jezera je 78,87 ha dok je duljina obalne linije 8,14 km. Temperature vode se kreću od 8,0 do 29,2 °C bez naglašene stratifikacije [8].



Slika 2.10: Jezero Kuti (izvor: Puljan,I.)

3. RASPOLOŽIVI PODACI

Na području Republike Hrvatske na slivnom području Donje Neretve danas je aktivno 15 hidroloških stanica, dok je na području Donje Neretve na području BiH aktivno 6 hidroloških stanica. Sve hidrološke stanice na području RH mjere vodostaje dok se na samo 3 hidrološke stanice provodi mjerenje protoka, a na 2 mjerenje temperatura vode. Utvrđivanje protoka na pojedinim stanicama otežava usporno djelovanje mora te same rijeke Neretve. Također, na točnost hidroloških podataka utječu promjena lokacije i mjernih uređaja stanice, regulacijski radovi u koritu, obraslost vegetacijom te povremeni prekidi opažanja [2].

Hidrološke stanice koje će se koristiti za analizu su: Prud, Prud preljev uzv., Kula Norinska, Jezero Kutu, Modro oko, Neretva, Metković, Bijeli vir, lateralni kanal, Bijeli vir i Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva (Slika 3.1).



Slika 3.1: Lokacije hidroloških stanica na analiziranom području

Pregledi raspoloživih nizova mjesečnih, dnevnih i satnih podataka o vodostajima, protocima i temperaturama vode utvrđeni su od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske (DHMZ).

U Tablici 3.1 dan je pregled raspoloživih godišnjih podataka o vodostajima, protocima i temperaturama vode po hidrološkim stanicama u razdoblju od 1948. do 2019. godine.

Tablica 3.1: Prikaz raspoloživih podataka po hidrološkim stanicama

	Prud preljev uzv. (7259)			Prud (7179)			Kula Norinska (7258)			Jezero Kuti (7178)			Modro oko (7056)			Neretva, Metković (7052)			Bijeli vir, lateralni kanal (7509)			Bijeli vir (7124)			Ustava ušće more (7499)		
	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T
1948																											
1949																											
1950																											
1951																											
1952																											
1953																											
1954																											
1955																											
1956																											
1957																											
1958																											
1959																											
1960																											
1961																											
1962																											
1963																											
1964																											
1965																											
1966																											
1967																											
1968																											
1969																											
1970																											
1971																											
1972																											
1973																											
1974																											
1975																											
1976																											
1977																											
1978																											
1979																											
1980																											
1981																											
1982																											
1983																											
1984																											
1985																											
1986																											
1987																											
1988																											
1989																											
1990																											
1991																											
1992																											
1993																											
1994																											
1995																											
1996																											
1997																											
1998																											
1999																											
2000																											
2001																											
2002																											
2003																											
2004																											
2005																											
2006																											
2007																											
2008																											
2009																											
2010																											
2011																											
2012																											
2013																											
2014																											
2015																											
2016																											
2017																											
2018																											
2019																											

■ dostupni podaci
■ nepotpuni podaci

U Tablici 3.2 dane su karakteristične kote "0" vodokaza te razdoblje rada pojedinih hidroloških stanica s prikazima povremenih značajnijih prekida u radu.

Tablica 3.2: Karakteristične kote položaja „0“ vodokaza

HIDROLOŠKA STANICA	KOTA "0" VODOKAZA	Razdoblje rada postaje i prekida u radu
Prud preljev uzv. (7259)	1,008 m n.m.	2015.-2020.
Prud (7179)	1,319 m n.m.	1953.-2017. Prekid 2004.
Kula Norinska (7258)	-0,155 m n.m.	1986.-2020. Prekid 2009.
Jezero Kuti (7178)	-0,043 m n.m.	1953.-2020. Prekid 2004.
Modro oko (7056)	0,380 m n.m.	1969.-2012. Prekid 1970., 1977. i 1991.
Neretva, Metković (7052)	-0,271 m n.m.	1934.-2020.
Bijeli vir, lat. kanal (7509)	-0,023 m n.m.	1977.-2020. Prekid 1990.
Bijeli vir (7124)	-0,210 m n.m.	1960.-2020. Prekid 1960. i 2016.
Ustava ušće nizvodno (7499)	0,200 m n.m.	1976.-2020.

Hidrološka stanica Prud – Norin (7179)

Hidrološka stanica (Slika 3.2) počela je s radom 12.12.1953.. Na izvorištu Norina, uzvodno od praga, nalazi se vodokaz. Elektronski limnigraf postavljen je 16.7.2004.. Iz samog izvorišta crpi se voda za regionalni vodovod MPKLM [5].



Slika 3.2: Hidrološka postaja Prud [5]

Kota nule vodokaza je na 1,319 m n. m.. Oko izvorišta prevladava bujna vegetacija tijekom cijele godine. Povremena košnja u ljetnim mjesecima uzrokuje kratkotrajno snižavanje vodostaja. Stalni intenzivan rast vegetacije remeti pouzdano utvrđivanje jednoznačne veze između vodostaja i protoka. Kako bi se utvrdila protočna krivulja potrebno je urediti profil izvođenjem praga s nadvišenjem iznad uspornog utjecaja vegetacije. Stanica prestaje s radom 31.3.2017. nakon uspostave nove stanice Prud preljev uzvodno [5].

Mjerenje protoka vrši se od 1.4.2015. na novoj postaji Prud preljev uzv., nakon što je uređen preljevni prag s pobijenim žmurjem, pa je utjecaj donje vode i različitog stupnja obraslosti Norinske rijeke na kolebanje razina vode na samom izvoru bitno manji nego na ranijoj lokaciji mjerenja [6].

Hidrološka stanica Kula norinska – Norin (7258)

Hidrološka stanica započela je s radom 1.1.1986.. Limnigraf je postavljen u ljeto 1988. godine. Kota nule vodokaza je na - 0,155 m n. m.. Na ovoj hidrološkoj stanici se ne mjeri protok zbog uspornog djelovanja rijeke Neretve. U slučaju kada su vodostaji rijeke Neretve viši od vodostaja u Norinu tečenje se odvija uzvodno, vode Neretve ulaze u Norin [5].

Hidrološka stanica Metković – Neretva (7052)

Hidrološka stanica započela je s radom 1.1.1934.. Elektronski limnigraf, digitalni termometar za vodu i dojavni sustav "ADOS" postavljeni su u travnju 2005. godine. Kota nule vodokaza je na - 0,271 m n. m.. Na ovoj stanici ne mjeri se protok jer kolebanje razine mora, kroz morske mjene i valove, izravno utječe na vodostaj Neretve [5].

Hidrološka stanica Ustava ušće nizvodno – Mala Neretva (7499)

Hidrološka stanica na Maloj Neretvi, Ustava ušće nizvodno, bilježi razine mora. Započela je s radom 31.1.1976. kada je s nizvodne strane na brani postavljen vodokaz. Limnigraf je postavljen 22.3.1990. s novom vodokaznom letvom 50 m istočno od brane, uz novoizgrađeni mol. Apsolutna kota nule vodokaza utvrđena je niveliranjem u ožujku 2000. godine, a iznosi - 0,200 m n. m.. U kolovozu 2005. godine stanicu su opremili elektronskim instrumentom i dojavnim sustavom "ADOS" [5].

Hidrološka stanica Modro oko – Modro oko (7056)

Hidrološka stanica započela je s radom 15.10.1969.. Opremljena je vodokazom smještenim na samom izvoru Modro oko. Kota nule vodokaza je na 0,380 m n. m.. Oko izvorišta vegetacija buja tokom cijele godine što utječe na razinu vodostaja te onemogućuje uspostavljanje jednoznačne veze između vodostaja i protoka. Hidrološka stanica Modro oko od 2012. godine više nije u funkciji [5].

Tijekom razdoblja od 15.10.1969. do 31.8.2012., Modro oko je bilo uključeno u sustav monitoringa DHMZ-a koji je pratio vodostaje na jezeru. Protoke su mjerene u razdoblju 1980.-1991. i 1995.-2009. no podaci nisu pouzdani zbog zaraštenih odvodnih kanala koji su uzrokovali uspor te kompromitirali pouzdanost podataka mjerenja [7].

Hidrološka stanica Bijeli Vir – Lateralni kanal (7509)

Hidrološka stanica započinje s radom 1.2.1977. te je opremljena limnigrafom. Kota nule vodokaza je na - 0,023 m n. m. [5].

Najniži vodostaj izmjeren u razdoblju između 1977. i 2017. godine izmjeren je 1992. godine i iznosio je 8 cm dok je najviši izmjeren 1984. godine i iznosio je 265 cm.

Hidrološka stanica Bijeli Vir – Bijeli Vir (7124)

Hidrološka stanica na izvoru Bijeli Vir započinje s radom 2.9.1960.. Rekonstrukcija stanice izvršena je 6.9.1977.. Betonski zid oko izvora izgrađen je u ljeto 1992. godine. Zapuštenost izvora i zaraštenost vegetacijom uvelike otežava vodomjerenja i smanjuje točnost podataka o protocima. Stanica je opremljena vodokaznom letvom. Kota nule vodokaza je na - 0,210 m n. m. [5].

Hidrološka stanica Kuti – Jezero Kuti (7178)

Hidrološka stanica započinje s radom 10.12.1953.. Elektronski limnigraf postavljen je 16.7.2004.. Kota nule vodokaza je na - 0,043 m n. m. [5].

Najniži vodostaj izmjeren u razdoblju između 1978. i 2017. godine izmjeren je 1993. godine i iznosio je 18 cm dok je najviši izmjeren 2000. godine i iznosio je 145 cm.

4. REZULTATI OBRADA

Pri analizi vodnog režima Donje Neretve i međuodnosa s izvorom Prud, Modrim okom i jezerom Kuti promatrani su vodostaji na godišnjoj, mjesečnoj i satnoj razini te protoci i temperature vode na godišnjoj i mjesečnoj razini. Provedena je statistička obrada podataka vodostaja, protoka, temperatura vode i klorida za svaku hidrološku stanicu pojedinačno te vodostaja za zajedničko razdoblje obrade. Za svaki mjesec dani su podaci o minimalnoj, maksimalnoj i srednjoj vrijednosti u analiziranom periodu te standardna devijacija i koeficijent varijacije. Analiza satnih podataka provedena je s ciljem uočavanja međuodnosa između vodostaja i morskih mijena .

4.1. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o vodostajima

Generalni pregled karakterističnih izmjerenih vodostaja, minimalnih, srednjih i maksimalnih, za sve analizirane postaje sliva rijeke Neretve dan je u Tablici 4.1.

Tablica 4.1: Karakteristični izmjereni vodostaji na hidrološkim stanicama

HIDROLOŠKA STANICA	RAZDOBLJE OBRADE	KOTA "0" VODOKAZA	VODOSTAJ (cm)								
			minimalni			srednji			maksimalni		
			min	sr	max	min	sr	max	min	sr	max
Prud preljev uzv. (7259)	2015.-2019.	1,008 m n.m.	76	77	81	112	118	124	160	180	195
Prud (7179)	1978.-2016.	1,319 m n.m.	28	48	73	63	87	103	120	141	174
Kula Norinska (7258)	1986.-2019.	-0,155 m n.m.	6	18	40	53	68	107	127	192	307
Jezero Kuti (7178)	1978.-2019.	-0,043 m n.m.	18	33	47	41	56	70	86	111	145
Modro oko (7056)	1970.-2012.	0,380 m n.m.	- 40	- 5	16	3	32	47	37	75	104
Neretva, Metković (7052)	1970.-2019.	-0,271 m n.m.	3	28	49	72	90	138	158	256	414
Bijeli vir, lateralni kanal (7509)	1977.-2017.	-0,023 m n.m.	2	25	47	39	56	80	111	178	265
Bijeli vir (7124)	1960.-2019.	-0,210 m n.m.	SUHO	47	70	64	90	137	150	236	314
Ustava ušće nizvodno (7499)	1977.-2019.	0,200 m n.m.	-5	21	40	49	59	73	80	110	140

Slijedi statistička obrada mjesečnih godišnjih vodostaja (srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja) te grafički prikaz karakterističnih godišnjih vodostaja i unutargodišnja raspodjela vodostaja po pojedinim analiziranim postajama za cjelokupno raspoloživo razdoblje i zajedničko razdoblje obrade.

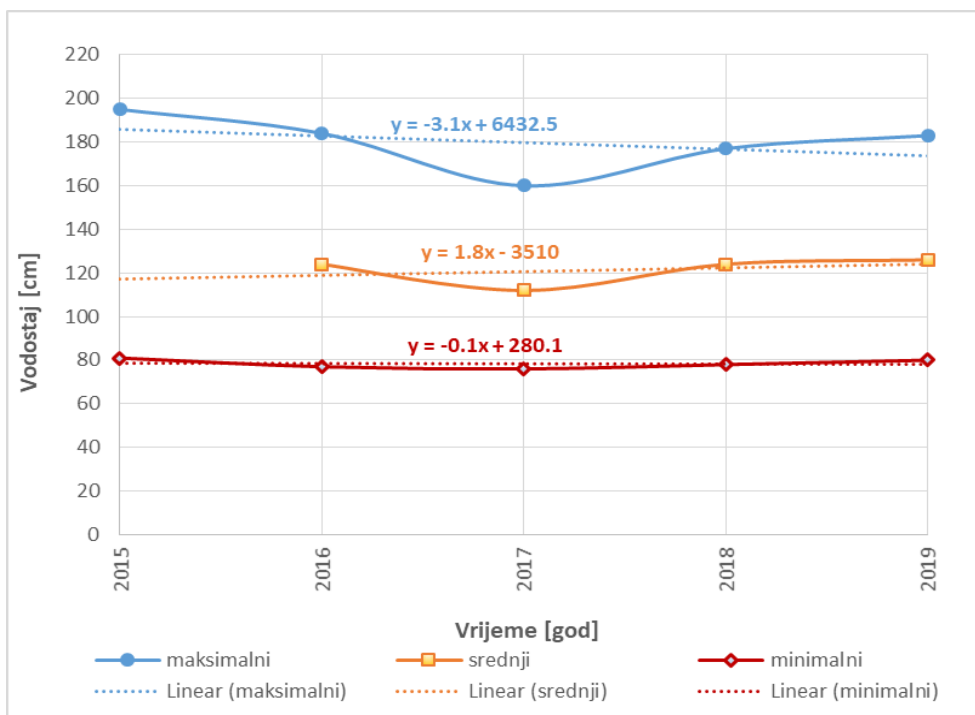
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Prud preljev uzvodno (7259) korišteno je relativno kratko razdoblje od 2015. do 2019. godine (Tablica 4.2).

Tablica 4.2: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Prud preljev uzvodno

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (2015.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	120	134	140	129	132	125	118	108	96	100	125	128	122
Stdev	16	16	26	14	18	12	7	9	5	23	8	30	6
Cv	0.13	0.12	0.19	0.11	0.14	0.10	0.06	0.08	0.05	0.23	0.06	0.23	0.05
Max	131	150	166	150	152	143	127	121	102	138	137	162	126
Min	96	115	106	110	114	115	111	99	88	83	117	94	112
Maksimalni (cm)													
Sr	156	160	154	148	144	135	129	117	110	126	161	151	180
Stdev	25	19	17	9	28	21	18	12	13	42	15	24	13
Cv	0.16	0.12	0.11	0.06	0.20	0.16	0.14	0.10	0.11	0.33	0.10	0.16	0.07
Max	182	183	174	162	184	168	159	135	126	195	179	178	195
Min	128	137	133	139	118	117	116	103	92	90	148	116	160
Minimalni (cm)													
Sr	92	105	123	110	120	119	111	100	87	84	91	112	78
Stdev	17	22	29	17	10	9	8	8	5	5	8	33	2
Cv	0.18	0.21	0.24	0.16	0.09	0.08	0.07	0.08	0.06	0.06	0.09	0.29	0.03
Max	113	133	150	133	133	132	122	112	93	91	103	153	81
Min	76	84	88	88	110	109	101	90	82	78	82	77	76

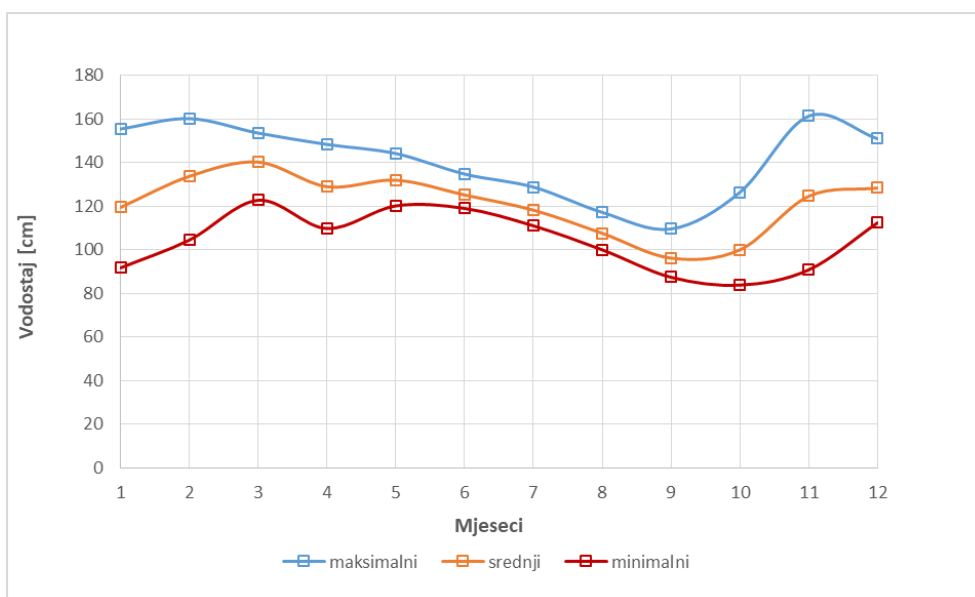
Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u kolovozu, rujnu i listopadu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta te povremeno u siječnju zbog nedostatka vegetacije. Kolebanja vodostaja na stanici Prud preljev uzvodno variraju od minimalnih 76 cm do maksimalnih 195 cm dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 122 cm.

Dan je i prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja (Slika 4.1), trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja i unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja (Slika 4.2).



Slika 4.1: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Prud preljev uzvodno

Iako je promatrani niz prekratak za donošenje pouzdanih zaključaka, uočen je trend opadanja maksimalnih i minimalnih godišnjih vodostaja te porast srednjih godišnjih vodostaja od 1,8 cm/godišnje. Razlike u trendu su posljedica okolnosti da srednji godišnji vodostaji nisu bili raspoloživi za cjelovitu 2015. godinu.



Slika 4.2: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Prud preljev uzvodno

Prikazom unutargodišnje raspodjele vodostaja dobivamo uvid u uniformnost srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja kroz godinu, posebno u ljetnom periodu godine. Razlog tome je vrlo ujednačen režim istjecanja podzemnih voda, kao i velika izdašnost izvorišta pa crpljene količine za potrebe vodoopskrbe ne snizuju bitno razinu vode na izvoru. Tijekom ljetnih mjeseci, od lipnja do rujna, vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u listopadu. Od rujna do ožujka vodostaj je u blagom porastu, a maksimalnu vrijednost doseže u studenom.

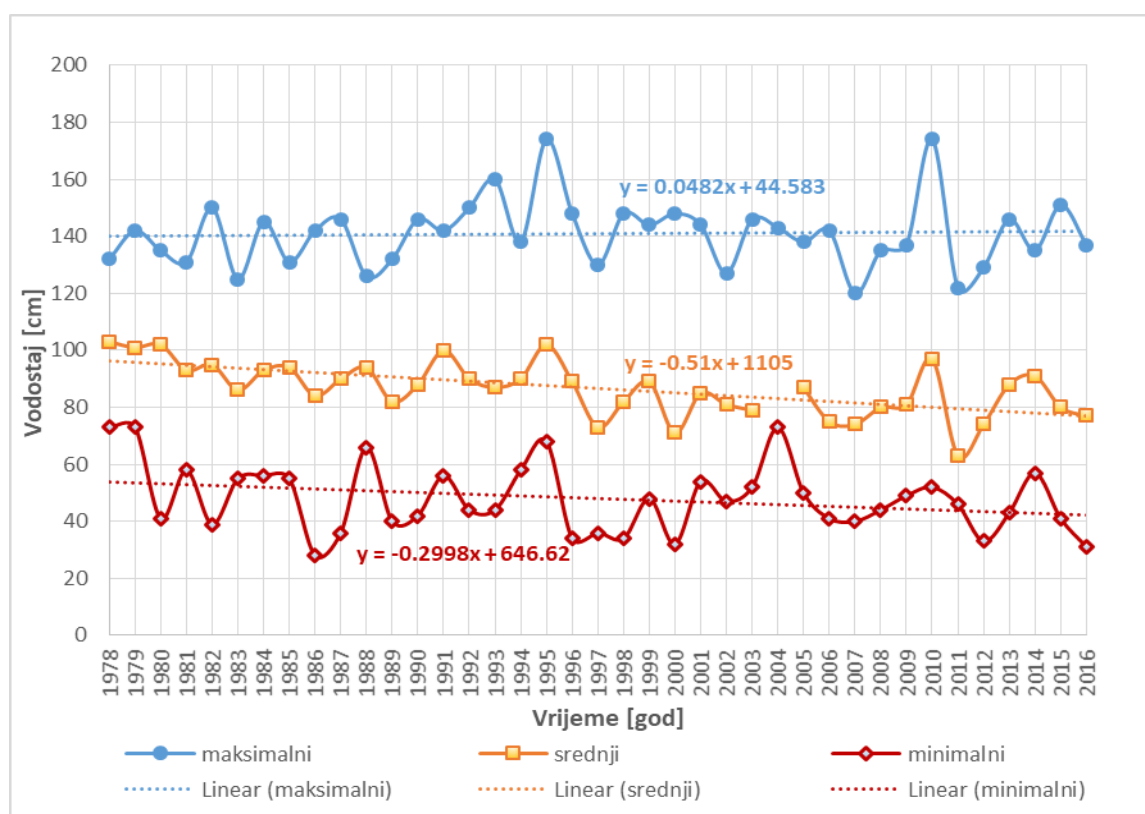
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Prud (7179) korišten je vremenski niz od 39 godina, točnije razdoblje od 1978. do 2016. godine uz kratak prekid 2004. godine (Tablica 4.3).

Tablica 4.3: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Prud

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1978.-2016.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	99	93	92	89	88	82	78	74	73	79	91	103	87
Stdev	22	21	22	18	15	14	18	19	18	20	20	26	10
Cv	0.22	0.22	0.24	0.20	0.17	0.17	0.23	0.25	0.24	0.25	0.22	0.25	0.11
Max	132	123	121	119	121	109	105	100	113	117	136	140	103
Min	52	45	37	47	57	48	45	37	44	39	50	49	63
Maksimalni (cm)													
Sr	121	114	111	109	102	92	86	82	89	103	119	124	141
Stdev	22	18	22	19	18	16	20	20	24	27	23	23	12
Cv	0.18	0.16	0.20	0.18	0.18	0.17	0.23	0.25	0.27	0.26	0.19	0.19	0.08
Max	170	142	144	146	142	121	150	112	152	148	160	174	174
Min	64	56	41	62	66	64	51	43	53	52	65	69	120
Minimalni (cm)													
Sr	81	75	74	75	78	75	72	68	64	64	69	86	48
Stdev	26	24	23	20	15	15	18	18	16	16	19	28	12
Cv	0.31	0.32	0.32	0.26	0.20	0.20	0.25	0.27	0.25	0.24	0.28	0.32	0.25
Max	124	114	112	115	114	106	100	98	92	90	118	130	73
Min	36	39	34	34	44	41	34	32	36	33	28	31	28
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i ekstremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	99	90	86	88	86	79	74	70	70	78	92	108	85
Stdev	23	21	25	20	16	16	19	19	16	19	18	23	9
Cv	0.24	0.23	0.29	0.23	0.18	0.20	0.26	0.27	0.23	0.24	0.20	0.22	0.11
Max	132	123	121	119	121	109	105	97	113	114	136	140	102
Min	52	45	37	47	57	48	45	37	44	42	51	66	63
MAX	170	140	144	138	142	120	150	112	152	136	160	174	174
MIN	36	40	34	34	44	41	34	32	36	36	42	46	32

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u srpnju, kolovozu i rujnu nakon sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Kolebanja vodostaja na stanici Prud variraju od minimalnih 28 cm, izmjerenih 1986. godine, do maksimalnih 174 cm, izmjerenih 1995. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 87 cm.

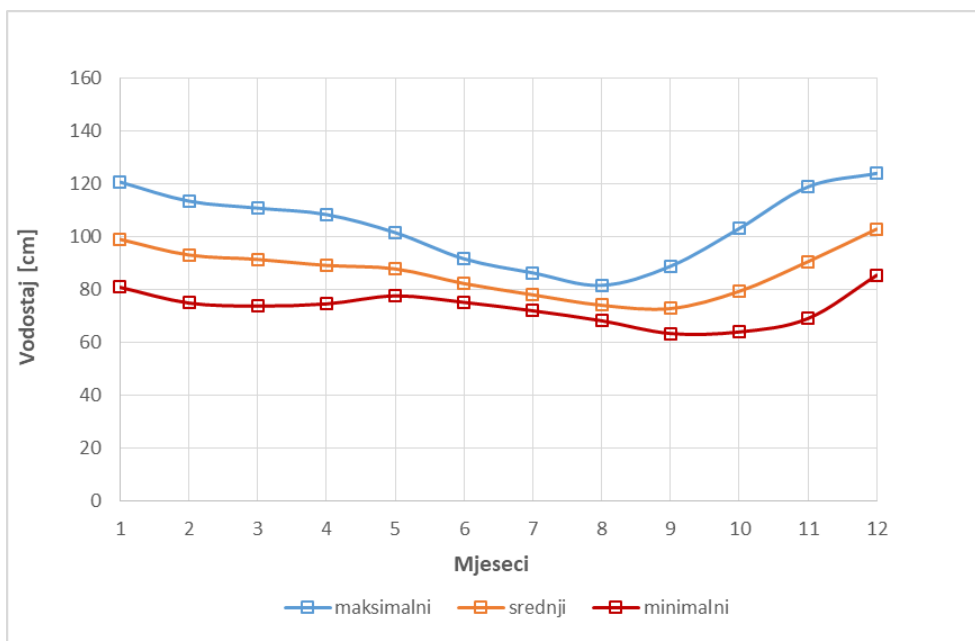
Na Slici 4.3 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Prud.



Slika 4.3: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Prud

Iz prikaza je vidljiv trend blagog porasta maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,05 cm/godišnje te blagi trend pada srednjih godišnjih vodostaja od 0,5 cm/godišnje i minimalnih godišnjih vodostaja od 0,3 cm/godišnje. Rezultati su u skladu s regionalnim značajkama vodnih pojava jer uslijed klimatskih promjena generalno opadaju dotoci, osim kod pojava velikih voda jer se oborine koje ih uzrokuju ne smanjuju u tim povremenim kišnim epizodama.

Na Slici 4.4 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Prud.



Slika 4.4: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Prud

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja i ovdje je vidljiva uniformnost srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja kroz godinu, posebno u ljetnom periodu godine što je vidljivo iz dijela gdje se krivulje međusobno približavaju. Tijekom ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u rujnu, za krivulje srednjih i minimalnih vodostaja, te u kolovozu, za krivulju maksimalnih vodostaja. Rast vodostaja zabilježen je od rujna, a maksimalnu vrijednost doseže u prosincu.

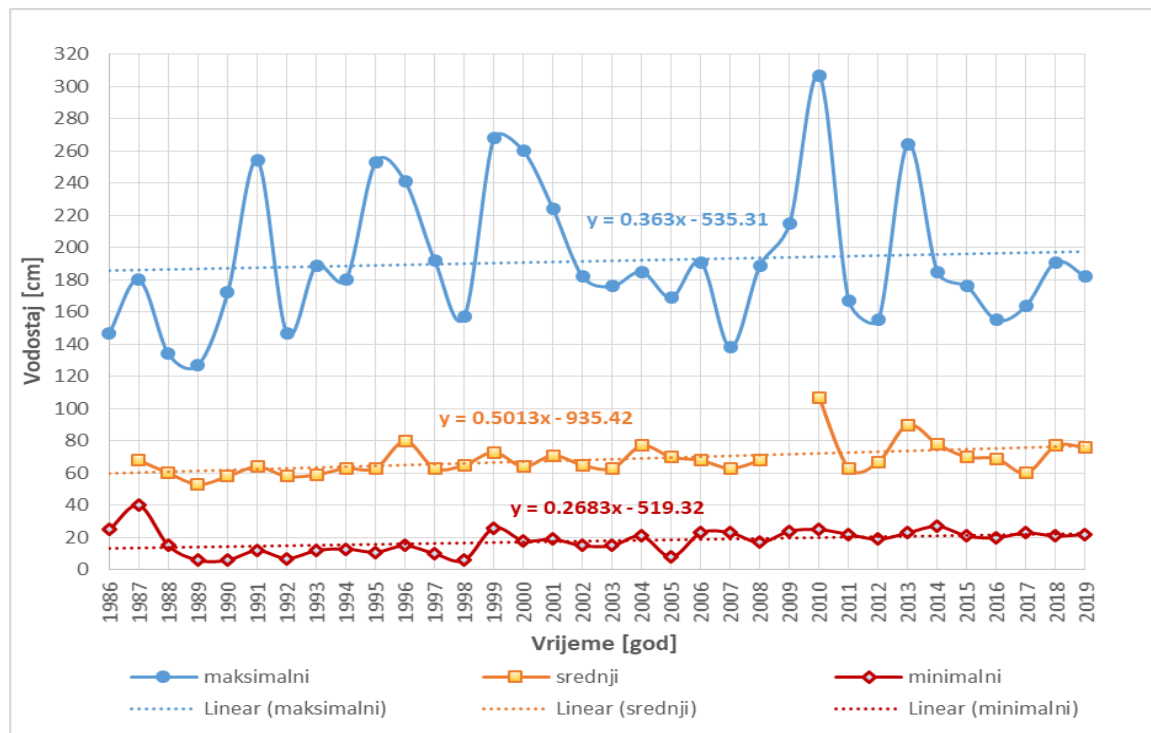
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Kula Norinska (7258) korišten je vremenski niz od 34 godine, točnije razdoblje od 1986. do 2019. godine uz kratak prekid 2009. godine (Tablica 4.4).

Tablica 4.4: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Kula Norinska

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1986.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	77	71	72	76	66	59	55	55	59	68	81	86	69
Stdev	29	24	28	19	10	7	5	5	8	11	19	28	10
Cv	0.38	0.33	0.38	0.25	0.16	0.12	0.09	0.10	0.13	0.16	0.23	0.33	0.15
Max	168	142	154	138	91	77	67	64	77	92	143	184	107
Min	36	38	39	49	49	46	45	44	48	51	56	49	53
Maksimalni (cm)													
Sr	140	125	121	129	106	96	92	90	95	111	140	156	192
Stdev	55	35	38	40	18	10	8	9	14	22	36	54	44
Cv	0.40	0.28	0.31	0.31	0.17	0.11	0.08	0.10	0.15	0.20	0.26	0.35	0.23
Max	291	229	220	264	168	117	107	108	147	182	254	307	307
Min	53	83	75	84	84	65	64	56	57	77	93	84	127
Minimalni (cm)													
Sr	30	27	30	35	35	31	26	24	26	33	36	37	18
Stdev	13	16	17	13	9	8	8	8	7	8	9	16	7
Cv	0.44	0.58	0.57	0.36	0.25	0.25	0.31	0.31	0.27	0.25	0.26	0.43	0.41
Max	73	65	70	63	55	48	48	46	41	53	60	98	40
Min	12	6	6	10	15	15	15	11	13	20	25	13	6
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i extremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	76	66	67	75	65	58	54	53	58	67	79	88	67
Stdev	31	22	21	16	11	7	5	5	8	12	20	29	11
Cv	0.41	0.34	0.31	0.21	0.17	0.12	0.08	0.10	0.13	0.17	0.25	0.33	0.16
Max	168	142	121	112	91	77	63	64	72	92	143	184	107
Min	36	38	39	49	49	46	45	44	48	51	56	51	53
MAX	291	229	191	229	168	113	104	108	147	182	254	307	307
MIN	12	6	6	10	15	15	15	11	13	20	25	13	6

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u srpnju, kolovozu i rujnu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Kolebanja vodostaja na stanici Kula Norinska variraju od minimalnih 6 cm do maksimalnih 307 cm, izmjerenih 2010. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 69 cm.

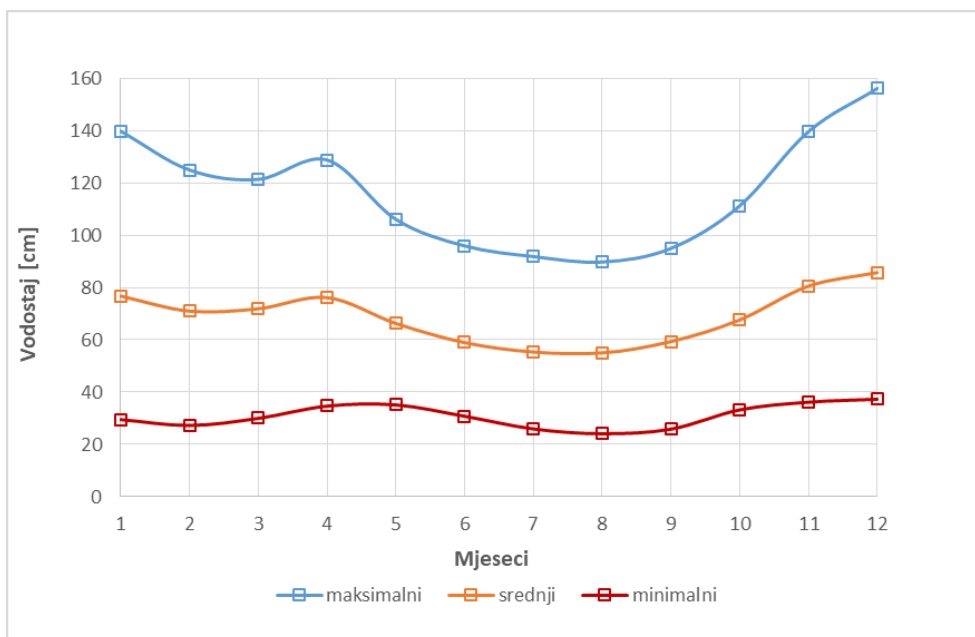
Na Slici 4.5 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Kula Norinska.



Slika 4.5: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Kula Norinska

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je pozitivan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,4 cm/godišnje, srednjih godišnjih vodostaja od 0,5 cm/godišnje i minimalnih godišnjih vodostaja od 0,3 cm/godišnje.

Na Slici 4.6 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Kula Norinska.



Slika 4.6: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Kula Norinska

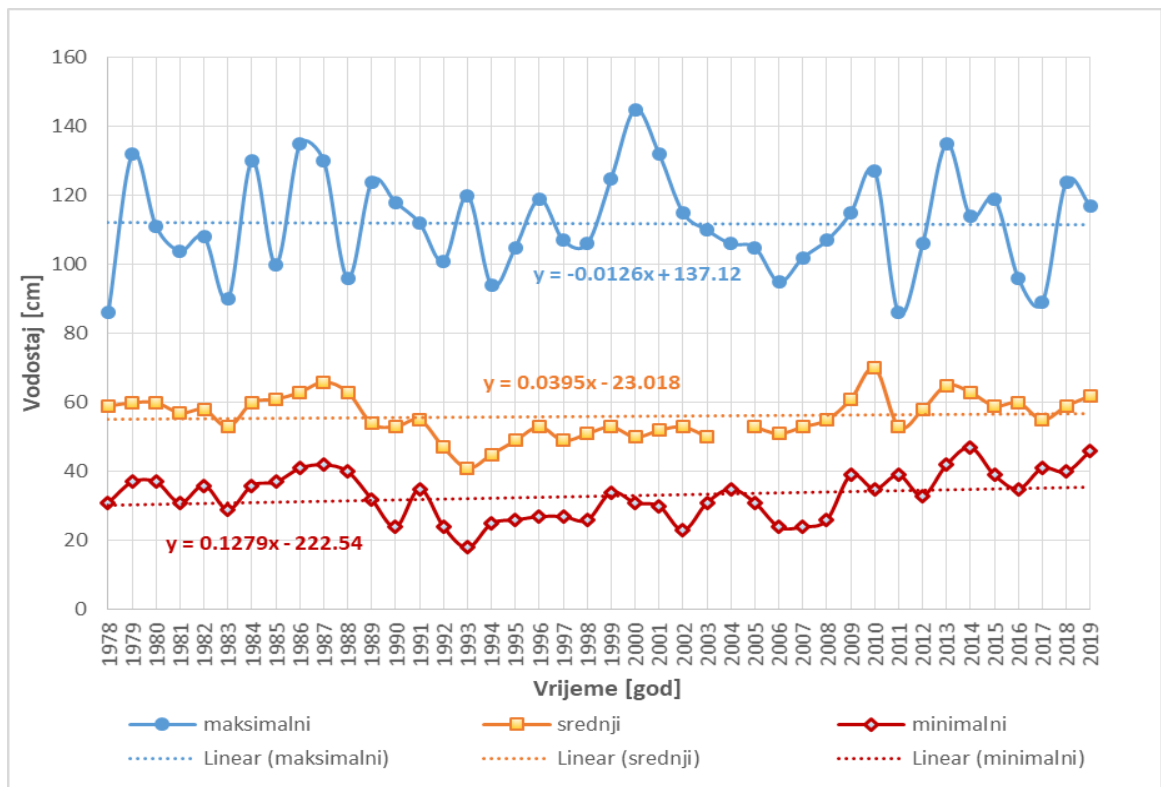
Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja vidljiva je uniformnost srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja u ljetnom periodu godine. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u kolovozu. Rast vodostaja vidljiv je od kolovoza, a maksimalnu vrijednost doseže u prosincu. Promjena vodostaja tijekom godine najviše se osjeti na krivulji maksimalnih vodostaja. Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Jezero Kutu (7178) korišten je vremenski niz od 39 godina, točnije razdoblje od 1978. do 2019. godine uz kratak prekid 2004. godine (Tablica 4.5).

Tablica 4.5: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Jezero Kutí

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1978.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	58	57	55	57	54	51	50	51	53	57	64	64	56
Stdev	13	14	13	7	8	8	7	7	6	9	12	13	6
Cv	0.22	0.24	0.23	0.13	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.15	0.18	0.20	0.11
Max	87	97	82	72	74	65	61	61	67	77	88	96	70
Min	29	26	31	39	41	34	32	33	32	38	40	41	41
Maksimalni (cm)													
Sr	86	81	78	77	67	59	56	59	67	78	93	93	112
Stdev	23	19	19	15	13	11	7	8	14	22	21	21	15
Cv	0.27	0.23	0.25	0.19	0.20	0.18	0.13	0.14	0.20	0.27	0.23	0.22	0.13
Max	135	135	118	113	97	89	73	76	98	130	132	145	145
Min	40	46	45	48	46	38	36	40	47	46	57	59	86
Minimalni (cm)													
Sr	39	40	39	44	45	44	45	45	44	45	45	44	33
Stdev	9	11	10	8	7	7	7	8	6	6	6	9	7
Cv	0.24	0.27	0.26	0.18	0.15	0.16	0.15	0.17	0.14	0.14	0.13	0.21	0.21
Max	60	77	65	58	61	56	57	57	53	57	58	73	47
Min	20	18	18	27	34	27	30	30	24	30	31	24	18
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i extremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	55	53	51	54	50	48	48	50	52	55	62	64	53
Stdev	14	13	13	7	7	8	7	7	7	9	9	13	6
Cv	0.25	0.25	0.25	0.13	0.14	0.17	0.14	0.15	0.14	0.16	0.15	0.21	0.12
Max	87	87	75	67	69	65	58	61	62	70	87	96	70
Min	29	26	31	39	41	34	32	33	32	38	46	41	41
MAX	132	107	106	100	91	89	73	76	98	124	130	145	145
MIN	20	18	18	27	34	27	30	30	24	30	36	24	18

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u lipnju, srpnju i kolovozu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta i slabijih dotoka. Kolebanja vodostaja na stanici Jezero Kutí variraju od minimalnih 18 cm, izmjerenih 1993. godine, do maksimalnih 145 cm, izmjerenih 2000. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 56 cm.

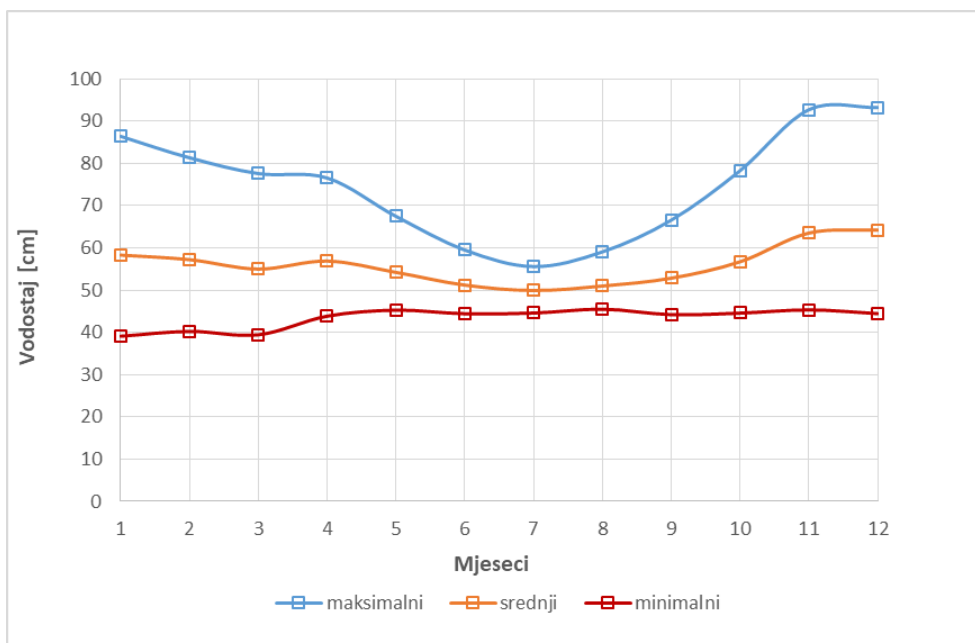
Na Slici 4.7 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Jezero Kutí.



Slika 4.7: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Jezero Kuti

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je blago negativan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,01 cm/godišnje dok je pozitivan trend vidljiv kod srednjih godišnjih vodostaja od 0,04 cm/godišnje i minimalnih godišnjih vodostaja od 0,1 cm/godišnje.

Na Slici 4.8 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Jezero Kuti.



Slika 4.8: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Jezero Kutu

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja vidljivo je približavanje krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja u ljetnom periodu godine što upućuje na najmanje varijacije vodostaja u srpnju. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u srpnju kod krivulja maksimalnih i srednjih vodostaja. Rast vodostaja vidljiv je od srpnja, a maksimalnu vrijednost doseže u prosincu. Promjena vodostaja tijekom godine najviše se osjeti na krivulji maksimalnih vodostaja dok je na krivulji minimalnih vodostaja unutargodišnje kolebanje gotovo neprimjetno te minimalnu vrijednost doseže u ožujku zbog slabije izdašnosti i oskudne vegetacije.

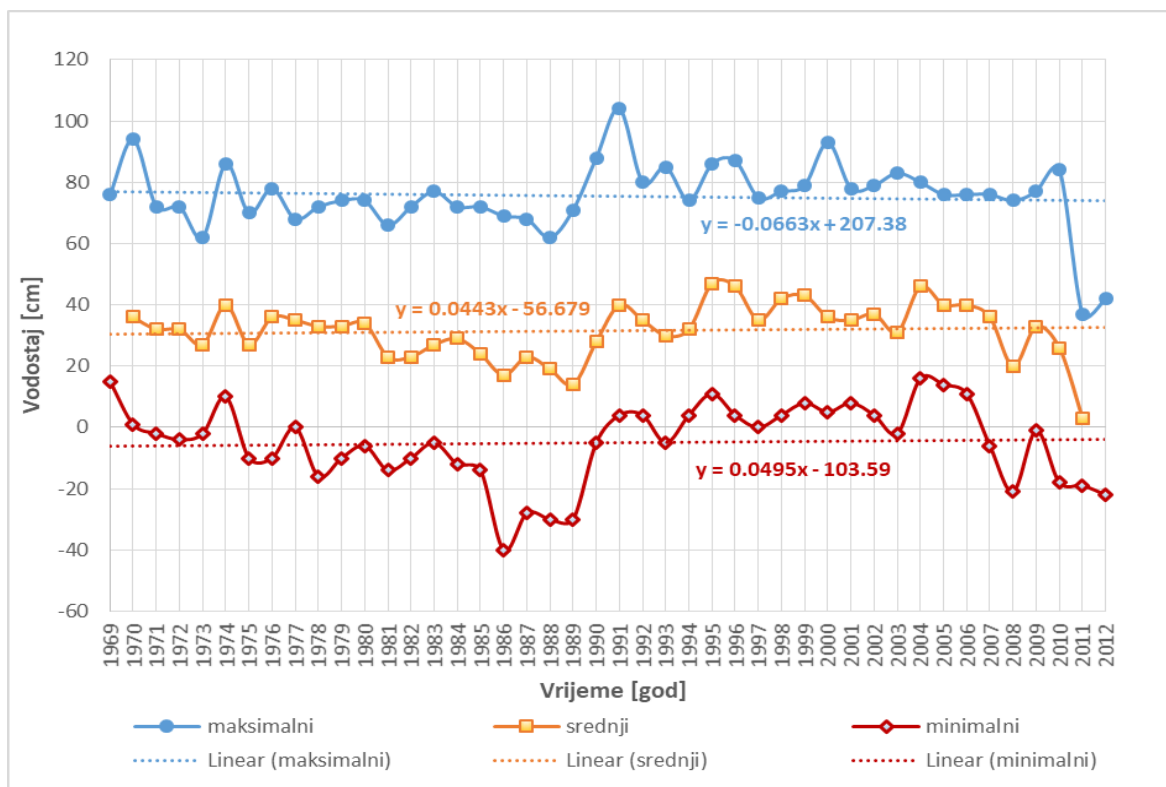
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Modro oko (7056) korišten je vremenski niz od 44 godine, točnije razdoblje od 1969. do 2012. godine uz kratak prekid 1969. i 2012. godine (Tablica 4.6).

Tablica 4.6: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Modro oko

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1969.-2012.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	42	40	39	40	33	21	14	12	15	28	41	49	32
Stdev	20	20	16	13	13	12	10	12	17	19	19	16	9
Cv	0.48	0.51	0.40	0.32	0.41	0.54	0.72	0.96	1.10	0.69	0.47	0.33	0.29
Max	73	64	67	61	59	46	33	37	56	64	69	76	47
Min	-17	-24	-2	4	7	-5	-8	-15	-16	-10	-6	12	3
Maksimalni (cm)													
Sr	61	55	55	55	46	31	23	22	31	49	64	67	75
Stdev	19	18	15	15	14	15	15	15	21	24	15	12	11
Cv	0.32	0.33	0.27	0.27	0.30	0.50	0.65	0.69	0.68	0.49	0.23	0.18	0.15
Max	94	80	79	80	76	66	79	56	74	90	104	93	104
Min	1	2	10	11	22	1	-2	-11	-2	-3	22	37	37
Minimalni (cm)													
Sr	28	26	23	27	22	14	8	5	3	8	20	32	-5
Stdev	22	20	18	15	13	10	10	12	14	19	22	21	13
Cv	0.80	0.77	0.79	0.54	0.57	0.72	1.26	2.33	5.43	2.29	1.09	0.66	-2.63
Max	68	60	54	54	48	34	25	26	42	52	60	65	16
Min	-25	-30	-11	-9	-5	-9	-15	-21	-27	-30	-40	-3	-40
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i extremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	44	40	38	41	34	24	15	13	18	30	44	53	33
Stdev	21	20	17	14	13	12	11	13	18	19	17	17	11
Cv	0.48	0.49	0.46	0.34	0.38	0.48	0.69	1.06	1.00	0.64	0.39	0.33	0.33
Max	73	64	67	58	59	46	29	37	56	59	69	76	47
Min	-17	-24	6	4	7	-1	-8	-15	-11	-10	0	12	3
MAX	84	80	79	80	76	66	79	56	74	90	104	93	104
MIN	-25	-30	-6	-3	-2	-3	-15	-21	-27	-30	-28	1	-30

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u srpnju, kolovozu i rujnu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta i slabije izdašnosti. Kolebanja vodostaja na stanici Modro oko variraju od minimalnih - 40 cm, izmjerenih 1986. godine, do maksimalnih 104 cm, izmjerenih 1991. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 32 cm.

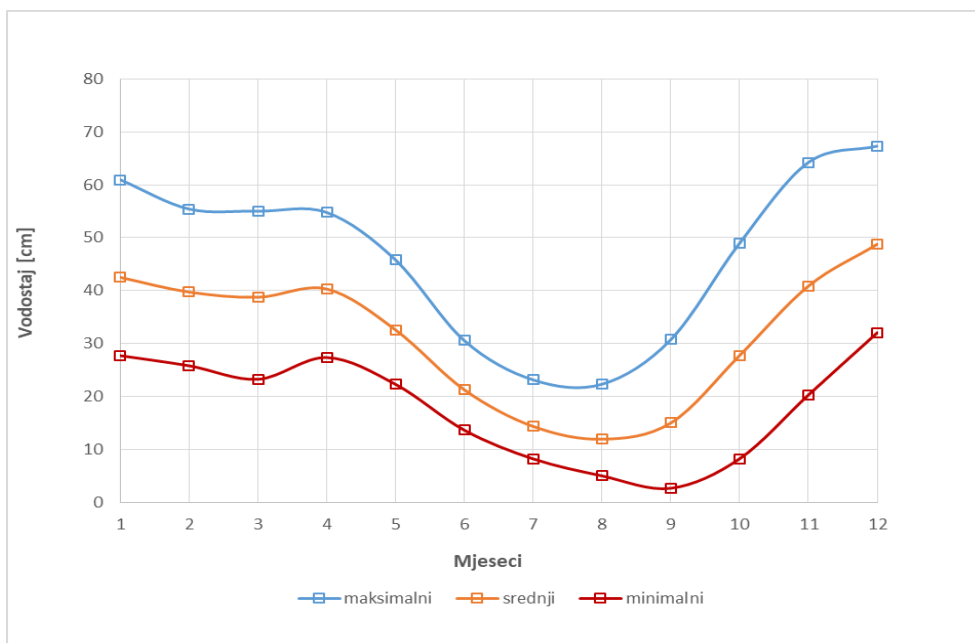
Na Slici 4.9 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Modro oko.



Slika 4.9: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Modro oko

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je blago negativan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,07 cm/godišnje dok je blago pozitivan trend vidljiv kod srednjih godišnjih vodostaja od 0,04 cm/godišnje i minimalnih godišnjih vodostaja od 0,05 cm/godišnje.

Na Slici 4.10 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Modro oko.



Slika 4.10: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Modro oko

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja vidljiv je sezonski karakter promjena srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja kroz godinu s primarnim maksimumima zimi, u prosincu, te sekundarnima, u travnju, kao posljedicom prihranjivanja toga sustava podzemnim vodama uslijed topljenja snijega. Tijekom kasnih proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u kolovozu, za krivulje maksimalnih i srednjih vodostaja, te u rujnu, za krivulju minimalnih vodostaja.

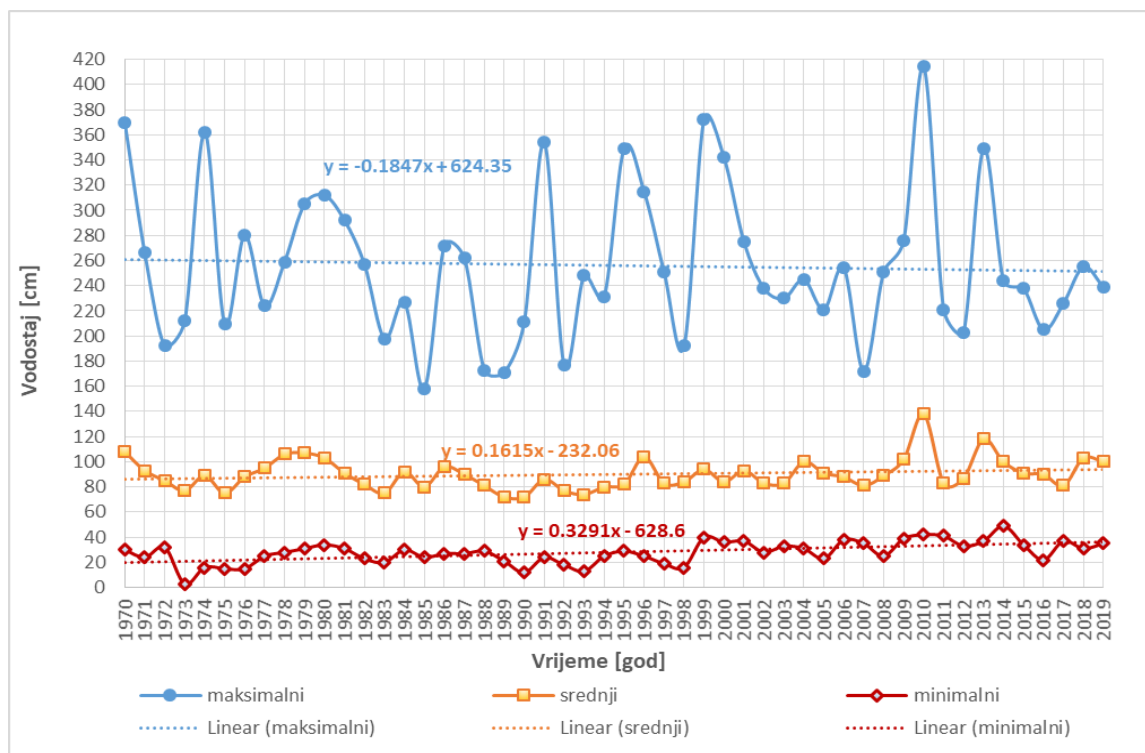
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Neretva, Metković (7052) korišten je vremenski niz od 50 godina, točnije razdoblje od 1970. do 2019. godine (Tablica 4.7).

Tablica 4.7: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Neretva, Metković

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1970.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	105	100	96	103	89	75	70	70	74	87	103	110	90
Stdev	37	32	32	28	20	10	5	6	8	18	28	35	13
Cv	0.36	0.31	0.33	0.27	0.23	0.13	0.08	0.09	0.11	0.21	0.27	0.32	0.14
Max	218	182	205	202	185	105	84	81	96	168	185	245	138
Min	54	49	52	68	65	59	58	53	57	60	64	66	72
Maksimalni (cm)													
Sr	183	165	157	165	135	117	111	106	114	142	175	198	256
Stdev	72	49	47	58	31	16	9	7	17	45	56	70	60
Cv	0.39	0.30	0.30	0.35	0.23	0.14	0.08	0.07	0.14	0.31	0.32	0.35	0.23
Max	382	303	286	364	259	179	153	124	187	362	354	414	414
Min	90	98	92	104	98	95	98	81	91	95	105	103	158
Minimalni (cm)													
Sr	49	48	48	54	52	43	37	37	38	46	51	54	28
Stdev	20	22	20	17	14	10	9	9	9	11	12	21	9
Cv	0.42	0.46	0.42	0.31	0.27	0.23	0.23	0.24	0.25	0.25	0.24	0.39	0.32
Max	112	107	102	115	109	67	57	55	69	77	89	141	49
Min	21	13	12	24	19	16	15	16	21	20	33	3	3
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i extremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	103	90	89	98	84	74	70	70	75	86	102	115	88
Stdev	40	30	27	21	14	8	5	5	8	15	26	39	13
Cv	0.39	0.33	0.30	0.22	0.16	0.11	0.07	0.07	0.11	0.17	0.26	0.34	0.15
Max	218	182	160	147	118	94	80	81	88	123	185	245	138
Min	54	49	52	68	65	59	59	60	63	67	74	66	72
MAX	382	303	247	315	214	147	132	119	187	238	354	414	414
MIN	22	13	12	24	25	25	19	25	29	33	40	30	12

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u srpnju, kolovozu i rujnu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Kolebanja vodostaja na stanici Neretva, Metković variraju od minimalnih 3 cm, izmjerenih 1973. godine, do maksimalnih 414 cm, izmjerenih 2010. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 90 cm.

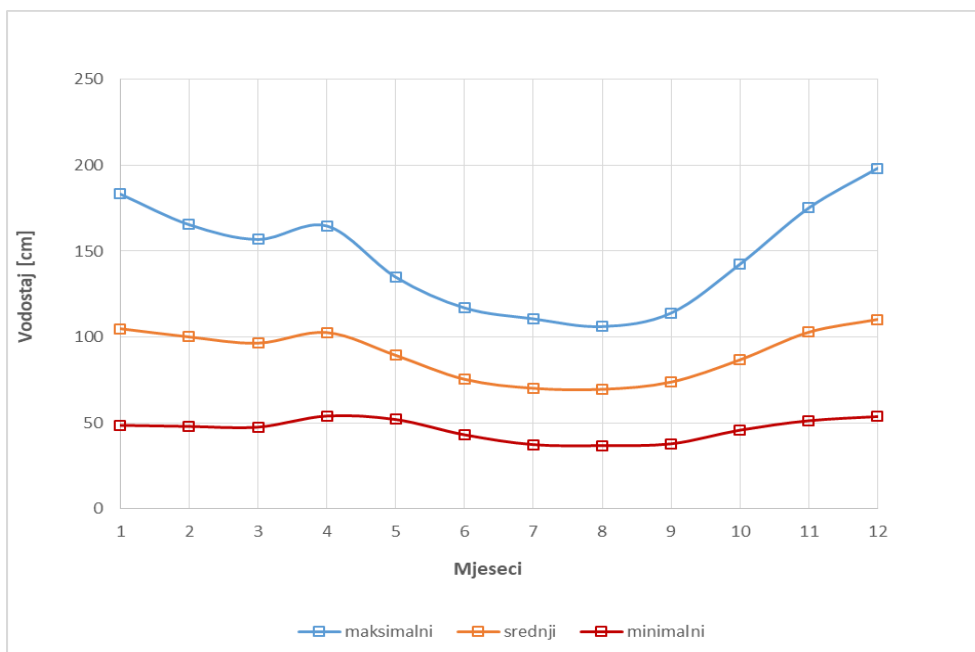
Na Slici 4.11 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Neretva, Metković.



Slika 4.11: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Neretva, Metković

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je negativan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,2 cm/godišnje dok je blago pozitivan trend vidljiv kod srednjih godišnjih vodostaja od 0,2 cm/godišnje i minimalnih godišnjih vodostaja od 0,3 cm/godišnje. Suprotno od zapažene situacije kod izvorišta, zabilježeni su dakle pozitivni trendovi srednjih i minimalnih godišnjih vodostaja što nije posljedica prirodnih povećanja protoka već zbog veće reguliranosti istjecanja zbog izgradnje hidroenergetskih akumulacija u gornjem dijelu sliva, kao i utjecaja klimatskih promjena i generalnog trenda povećanja razine mora. Naime, hidrološka postaja Metković se nalazi pod utjecajem uspora mora. Trend smanjenja maksimalnih vodostaja je isto posljedica sve veće reguliranosti otjecanja u slivu nakon izgradnje akumulacija.

Na Slici 4.12 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Neretva, Metković.



Slika 4.12: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Neretva, Metković

Unutargodišnjom raspodjelom vodostaja dobivamo uvid u relativno malu varijabilnost srednjih i minimalnih mjesečnih vodostaja područja. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u kolovozu. Rast vodostaja zabilježen je od kolovoza, odnosno rujna, a maksimalnu vrijednost doseže u prosincu.

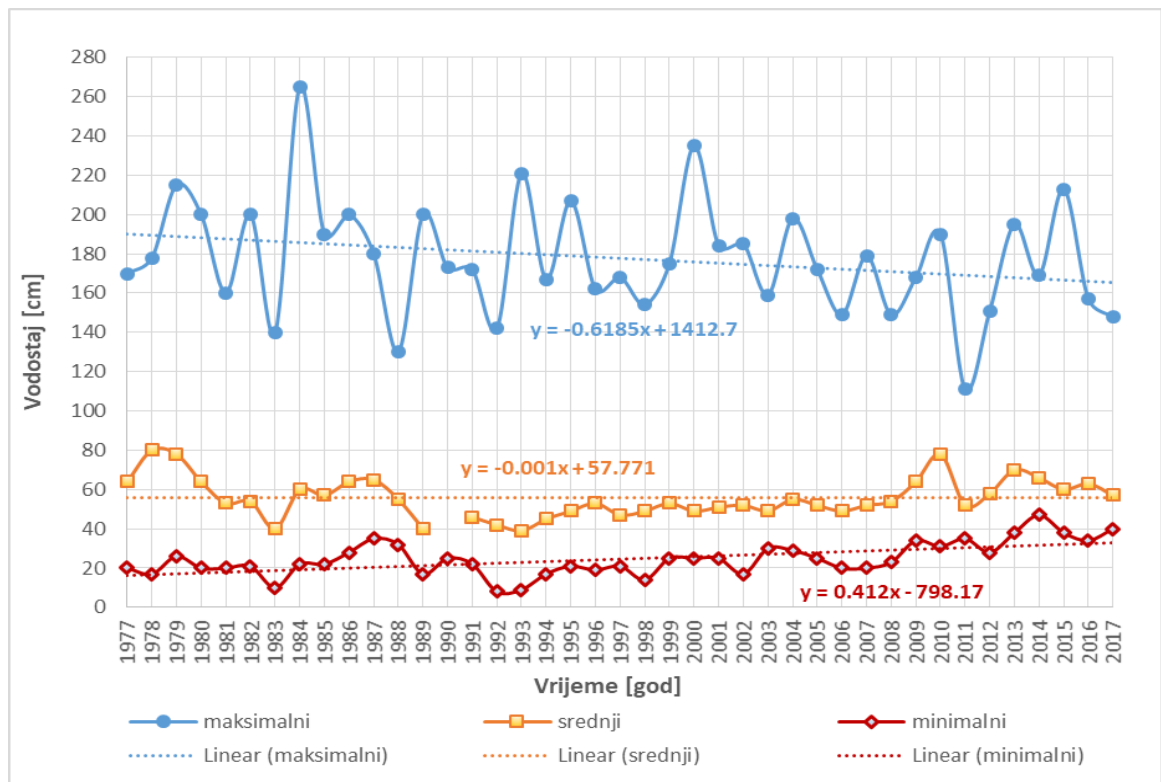
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Bijeli vir, lateralni kanal (7509) korišten je vremenski niz od 41 godine, točnije razdoblje od 1977. do 2017. godine uz kratak prekid 1990. godine (Tablica 4.8).

Tablica 4.8: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Bijeli vir, lateralni kanal

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1977.-2017.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	62	60	58	59	55	48	44	44	49	54	66	68	56
Stdev	22	25	20	17	20	13	9	10	11	12	19	20	10
Cv	0.35	0.41	0.35	0.29	0.37	0.28	0.21	0.22	0.23	0.22	0.29	0.30	0.18
Max	106	123	102	121	135	101	60	60	73	84	111	129	80
Min	26	18	20	35	33	30	26	20	26	30	33	38	39
Maksimalni (cm)													
Sr	120	109	111	104	83	64	53	57	80	106	130	128	178
Stdev	48	39	46	41	39	25	14	18	44	51	52	44	29
Cv	0.40	0.36	0.41	0.40	0.47	0.39	0.26	0.31	0.55	0.48	0.40	0.35	0.17
Max	213	200	196	215	184	138	96	108	185	215	265	235	265
Min	40	41	39	47	44	40	33	25	38	37	53	56	111
Minimalni (cm)													
Sr	33	35	34	40	41	38	37	37	36	37	38	38	25
Stdev	12	19	15	13	15	11	10	11	9	8	9	12	9
Cv	0.36	0.53	0.43	0.33	0.37	0.29	0.27	0.29	0.26	0.21	0.24	0.30	0.35
Max	61	88	80	90	120	74	57	56	52	52	61	90	47
Min	10	9	8	21	24	19	18	18	17	25	17	20	8
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i extremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	56	51	51	53	47	45	43	44	46	53	63	68	52
Stdev	20	20	17	9	7	10	8	9	10	10	14	21	8
Cv	0.36	0.40	0.34	0.17	0.15	0.22	0.19	0.20	0.22	0.19	0.22	0.31	0.16
Max	106	105	84	71	70	69	57	58	64	77	102	129	78
Min	26	18	20	35	33	30	26	20	26	34	41	38	39
MAX	184	176	196	167	120	110	96	108	167	200	221	235	235
MIN	10	9	8	21	24	19	18	18	17	25	24	20	8

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju u lipnju, srpnju i kolovozu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Kolebanja vodostaja na stanici Bijeli vir, lateralni kanal variraju od minimalnih 8 cm, izmjerenih 1992. godine, do maksimalnih 265 cm, izmjerenih 1984. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 56 cm.

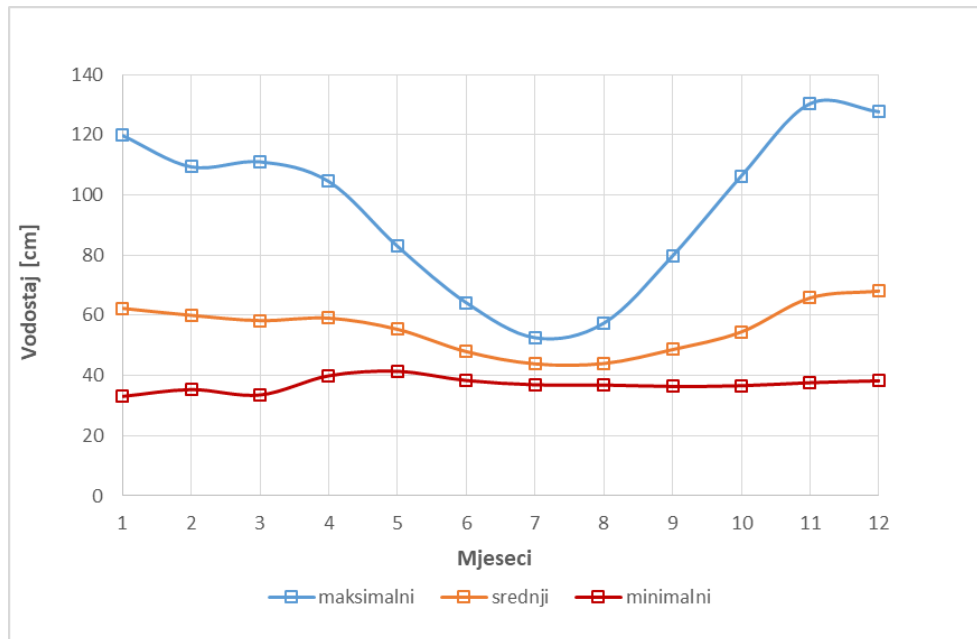
Na Slici 4.13 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Bijeli vir, lateralni kanal.



Slika 4.13: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Bijeli vir, lateralni kanal

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je negativan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,6 cm/godišnje i gotovo neprimjetan pad srednjih godišnjih vodostaja od 0,001 cm/godišnje dok je blago pozitivan trend vidljiv kod minimalnih godišnjih vodostaja od 0,4 cm/godišnje. To je također vjerojatna posljedica utjecaja uspora mora i trenda podizanja njegove razine.

Na Slici 4.14 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Bijeli vir, lateralni kanal.



Slika 4.14: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Bijeli vir, lateralni kanal

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja vidljivo je približavanje krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja u ljetnom periodu godine što upućuje na najmanje varijacije vodostaja u srpnju. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u srpnju. Rast vodostaja vidljiv je od srpnja, odnosno kolovoza, a maksimalnu vrijednost krivulje srednjih i minimalnih vodostaja dosežu u prosincu dok krivulja maksimalnih vodostaja maksimalnu vrijednost doseže u studenom. Promjena vodostaja tijekom godine najviše se osjeti na krivulji maksimalnih vodostaja dok je na krivulji minimalnih vodostaja unutargodišnje kolebanje gotovo neprimjetno.

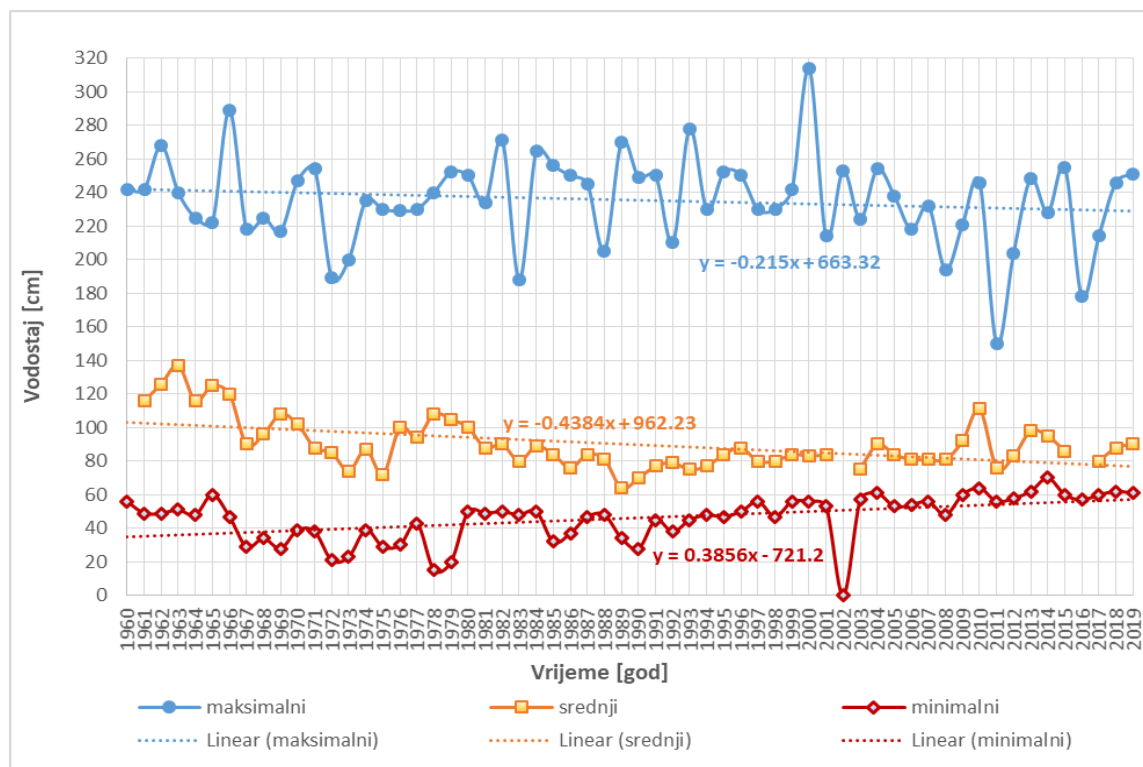
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Bijeli vir (7124) korišten je vremenski niz od 60 godina, točnije razdoblje od 1960. do 2019. godine uz kratak prekid 1960. i 2016. godine (Tablica 4.9).

Tablica 4.9: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Bijeli vir

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1960.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	107	102	98	100	88	75	65	66	75	87	106	114	90
Stdev	38	32	29	27	27	18	10	11	18	25	37	38	15
Cv	0.36	0.31	0.30	0.27	0.31	0.24	0.15	0.17	0.24	0.28	0.35	0.34	0.17
Max	204	195	181	186	175	130	93	110	121	170	232	215	137
Min	41	37	50	66	55	52	42	40	45	40	40	54	64
Maksimalni (cm)													
Sr	176	159	162	159	122	99	78	90	114	154	176	185	236
Stdev	58	48	52	51	48	39	23	40	56	63	59	54	27
Cv	0.33	0.30	0.32	0.32	0.39	0.39	0.30	0.44	0.49	0.41	0.33	0.29	0.11
Max	289	275	256	252	241	210	199	230	258	271	286	314	314
Min	55	53	64	74	68	59	54	50	52	68	59	76	150
Minimalni (cm)													
Sr	75	71	69	74	71	62	56	57	59	61	69	76	47
Stdev	33	26	25	25	21	12	11	12	11	13	27	31	12
Cv	0.44	0.36	0.36	0.33	0.30	0.20	0.19	0.20	0.19	0.22	0.40	0.41	0.27
Max	168	171	150	163	145	110	76	78	90	106	164	159	70
Min	SUHO	29	23	25	46	39	28	20	34	32	15	21	SUHO
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i extremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	91	88	86	89	75	70	66	67	71	80	97	104	82
Stdev	26	23	23	15	9	10	9	9	13	15	20	28	9
Cv	0.29	0.26	0.27	0.17	0.11	0.14	0.13	0.13	0.19	0.19	0.21	0.27	0.11
Max	151	147	131	118	91	90	93	85	99	119	138	175	111
Min	44	49	50	69	58	57	49	48	51	58	65	63	64
MAX	245	238	252	250	206	170	130	188	205	270	278	314	314
MIN	SUHO	40	34	51	47	50	44	37	34	43	47	45	SUHO

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži vodostaji u pravilu javljaju tijekom srpnja i kolovoza zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Kolebanja vodostaja na stanici Bijeli vir variraju od maksimalnih 314 cm, izmjerenih 2000. godine, do presušivanja izvora 2002. godine dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 90 cm.

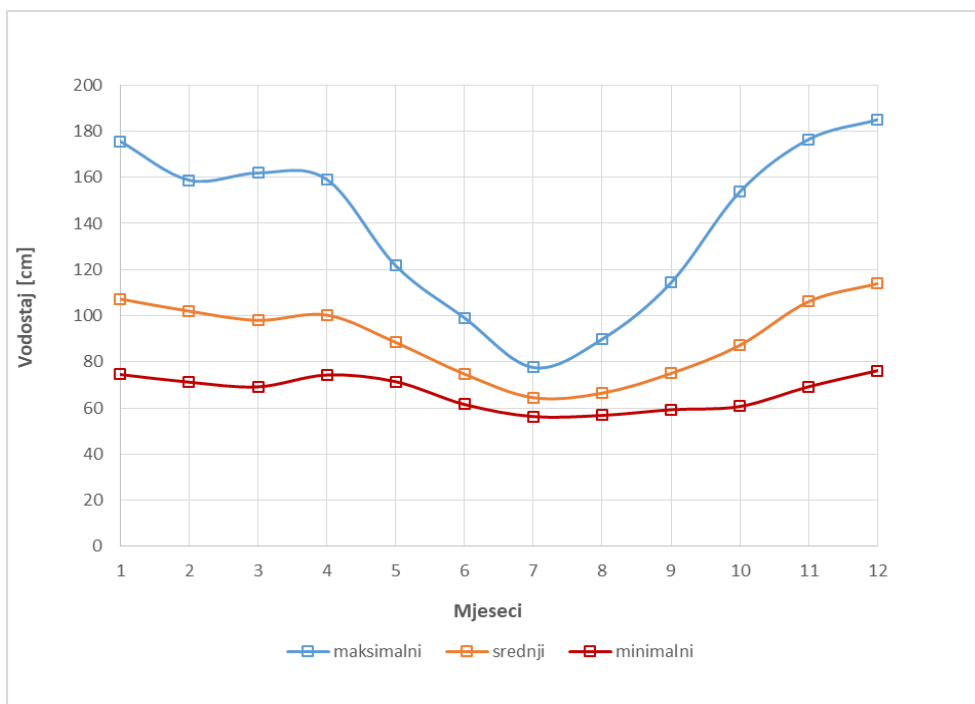
Na Slici 4.15 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Bijeli vir.



Slika 4.15: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Bijeli vir

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je negativan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 0,2 cm/godišnje i srednjih godišnjih vodostaja od 0,4 cm/godišnje dok je pozitivan trend vidljiv kod minimalnih godišnjih vodostaja od 0,4 cm/godišnje. Srednji godišnji vodostaj za 2002. godinu nije definiran zbog registriranog presušivanja u siječnju. Mogući je utjecaj neuređenosti izvora (održavanje vegetacije) na minimalne vodostaje.

Na Slici 4.16 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Bijeli vir.



Slika 4.16 Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Bijeli vir

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja vidljivo je približavanje krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja u ljetnom periodu godine što upućuje na najmanje varijacije vodostaja u srpnju. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad vodostaja koji minimalne vrijednosti postiže u srpnju. Rast vodostaja vidljiv je od srpnja, a maksimalnu vrijednost doseže u prosincu. Promjena vodostaja tijekom godine najviše se osjeti na krivulji maksimalnih vodostaja dok je na krivulji minimalnih vodostaja unutargodišnje kolebanje gotovo neprimjetno.

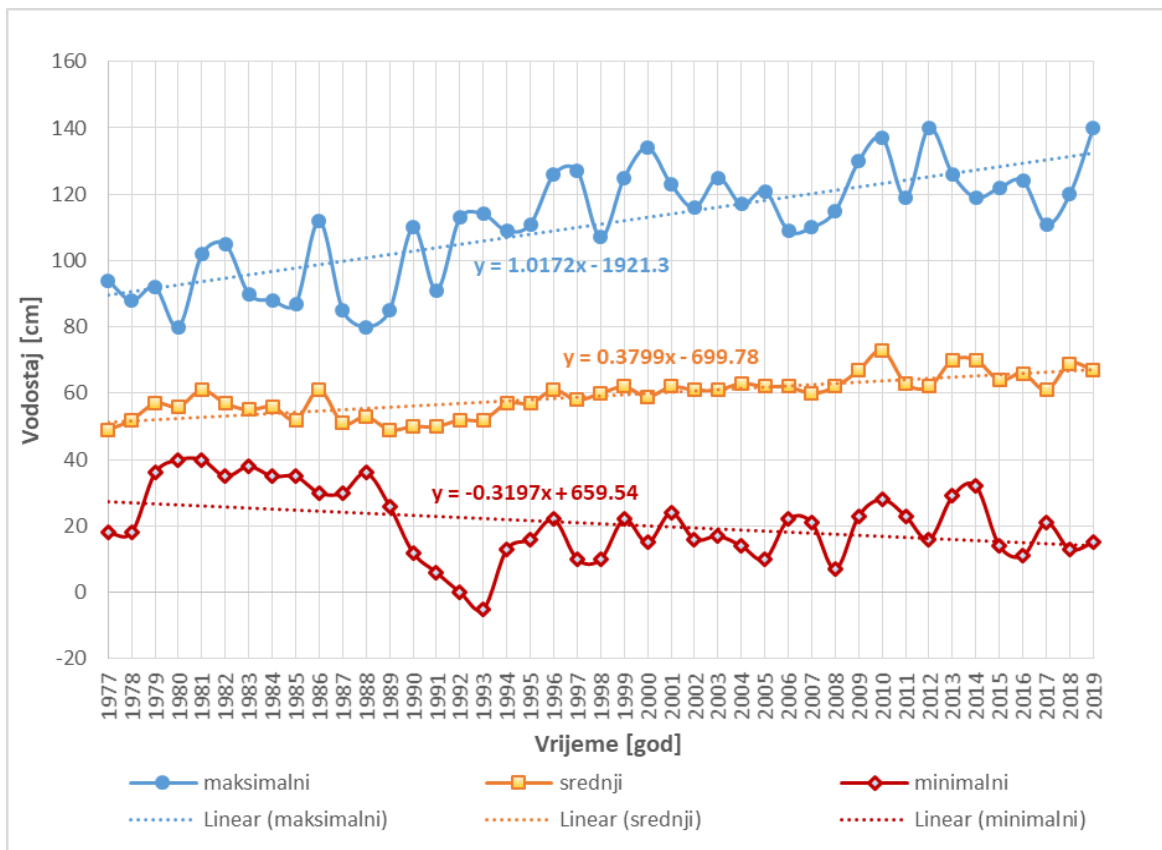
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o vodostaju na hidrološkoj stanici Ustava ušće nizvodno (7499) korišten je vremenski niz od 43 godine, točnije razdoblje od 1977. do 2019. godine (Tablica 4.10). Radi se o postaji koja prati kolebanja razine mora, dakle radi kao mareograf.

Tablica 4.10: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o vodostajima s postaje Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1977.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (cm)													
Sr	60	58	56	58	57	56	56	57	60	63	67	64	59
Stdev	12	13	12	7	8	8	8	7	7	9	10	10	6
Cv	0.20	0.22	0.21	0.11	0.15	0.15	0.14	0.12	0.12	0.13	0.14	0.16	0.10
Max	93	102	86	70	74	72	73	69	74	83	92	85	73
Min	32	26	30	45	37	41	40	41	47	46	44	36	49
Maksimalni (cm)													
Sr	96	93	85	85	85	83	82	82	86	91	100	103	111
Stdev	21	19	18	17	20	19	19	17	16	17	20	18	17
Cv	0.22	0.21	0.21	0.20	0.23	0.23	0.23	0.21	0.18	0.19	0.20	0.18	0.15
Max	137	133	121	113	117	105	110	108	106	127	140	140	140
Min	42	56	54	48	50	45	45	48	56	55	50	70	80
Minimalni (cm)													
Sr	31	28	30	34	36	36	35	35	37	40	40	37	21
Stdev	16	18	13	10	7	7	7	8	8	9	11	14	11
Cv	0.51	0.62	0.42	0.29	0.20	0.19	0.19	0.22	0.23	0.23	0.27	0.37	0.52
Max	85	91	60	54	54	50	50	48	58	78	64	70	40
Min	0	-5	10	14	16	20	20	18	22	20	17	11	-5
Zajedničko razdoblje obrade (1987.-2011.) - Srednji (cm) i ekstremi													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Sr	56	55	54	57	57	57	57	58	61	63	65	63	59
Stdev	13	12	10	6	7	7	6	6	6	7	8	11	6
Cv	0.23	0.22	0.19	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11	0.13	0.17	0.10
Max	81	83	71	70	67	72	67	69	71	77	87	85	73
Min	32	26	30	46	43	41	40	43	47	51	44	36	49
MAX	137	130	114	113	117	105	99	108	106	112	127	134	137
MIN	0	-5	10	14	16	22	20	20	22	20	17	13	-5

Iz tablice je vidljivo da kolebanja vodostaja na stanici Ustava ušće nizvodno variraju od minimalnih - 5 cm, izmjerenih 1993. godine, do maksimalnih 140 cm, izmjerenih 2012. godine, dok srednji godišnji vodostaj u analiziranom periodu iznosi 59 cm.

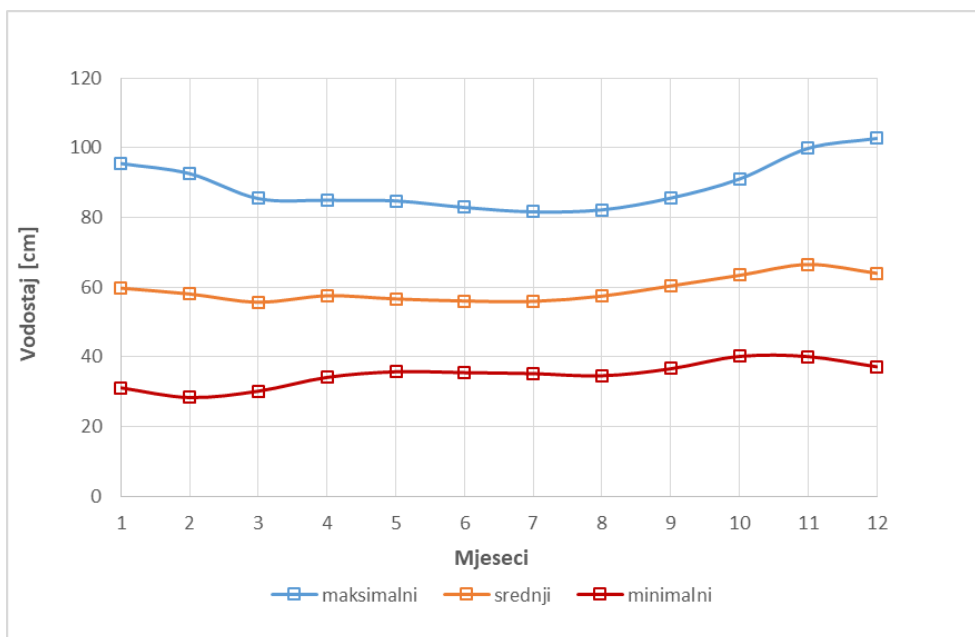
Na Slici 4.17 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih vodostaja i trendovi karakterističnih godišnjih vodostaja za hidrološku postaju Ustava ušće nizvodno.



Slika 4.17: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja za postaju Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva

Iz prikaza karakterističnih godišnjih vodostaja vidljiv je izrazito pozitivan trend maksimalnih godišnjih vodostaja od 1,0 cm/godišnje i srednjih godišnjih vodostaja od 0,4 cm/godišnje dok je negativan trend vidljiv kod minimalnih godišnjih vodostaja od 0,3 cm/godišnje. Vidljiv je dakle utjecaj klimatskih promjena na kolebanje razine mora s učestalijom pojavom sve većih ekstrema.

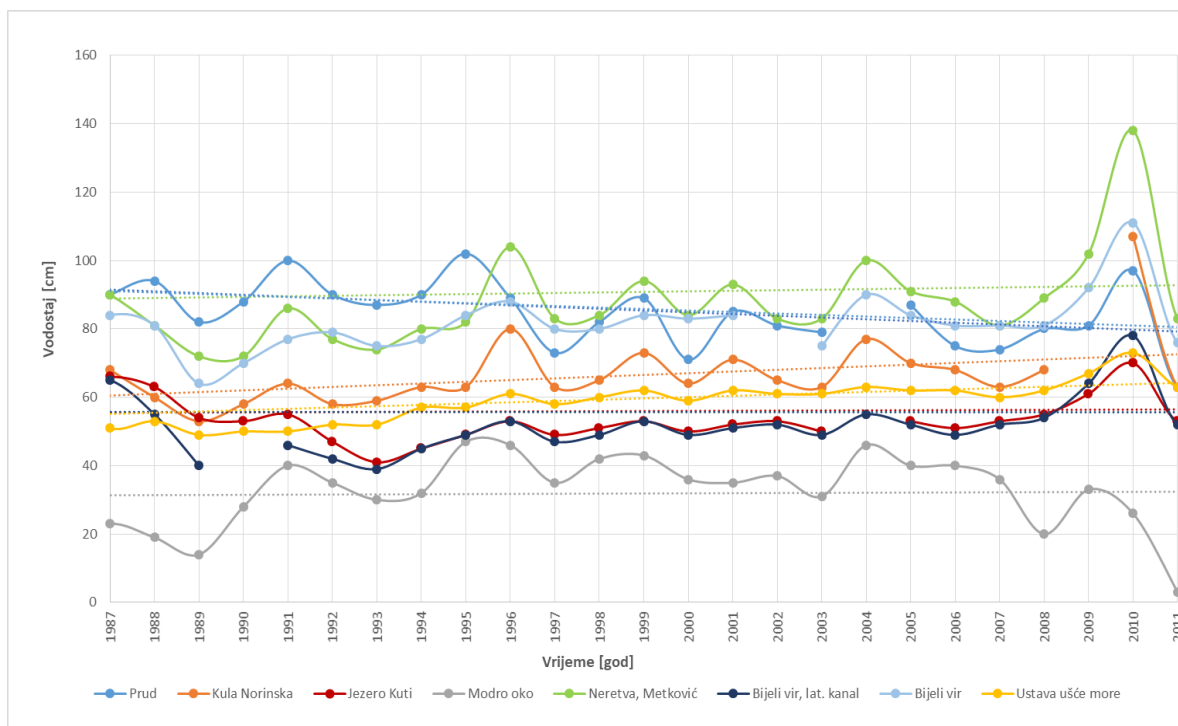
Na Slici 4.18 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih vodostaja za hidrološku postaju Ustava ušće nizvodno.



Slika 4.18: Unutargodišnja raspodjela vodostaja za postaju Ustava ušće nizvodno, Mala Neretva

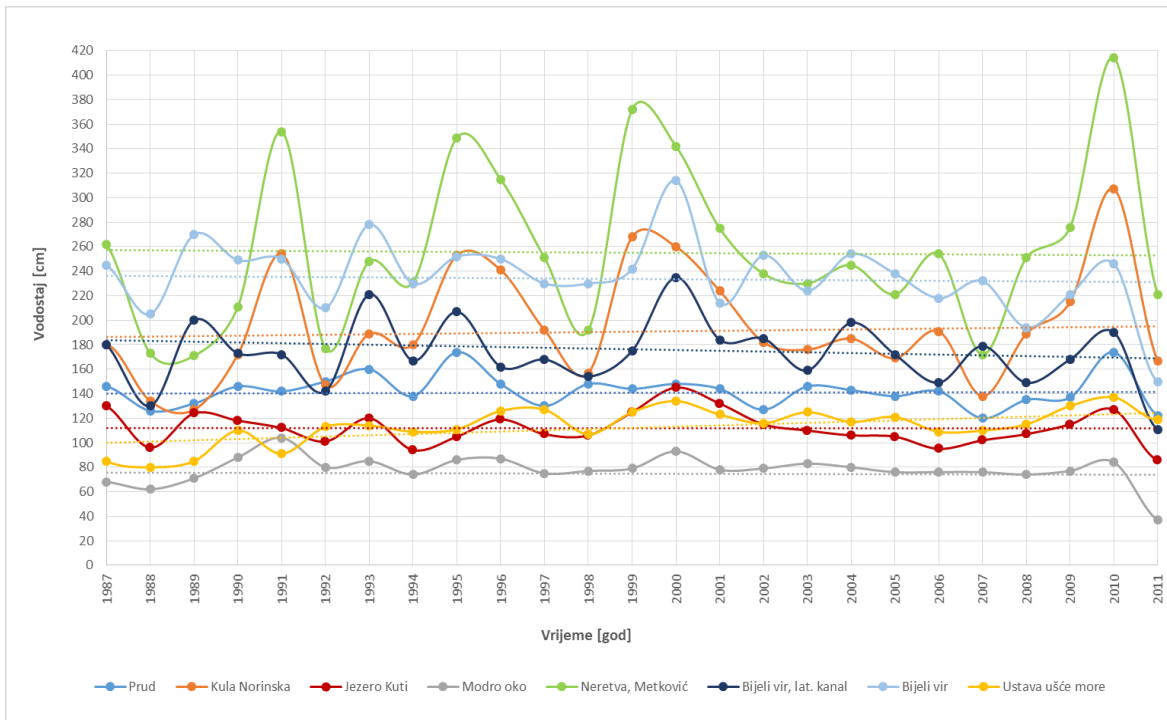
Iz prikaza unutargodišnje raspodjele vodostaja vidljivo je da generalno postoji prisutnost uniformnosti krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih vodostaja, s blagim sezonskim promjenama. U prosjeku se najviše razine javljaju zimi, u prosincu i siječnju, kad su i amplitude kolebanja najveće, a najmanje ljeti, u srpnju.

Nadalje na Slici 4.19, Slici 4.20 i Slici 4.21 slijede grafički prikazi srednjih, maksimalnih i minimalnih godišnjih vodostaja na postajama Prud, Kula Norinska, Jezero Kuti, Modro oko, Neretva, Metković, Bijeli vir, lateralni kanal, Bijeli vir i Ustava ušće nizvodno za zajedničko razdoblje od 25 godina, točnije od 1987. do 2011. godine.



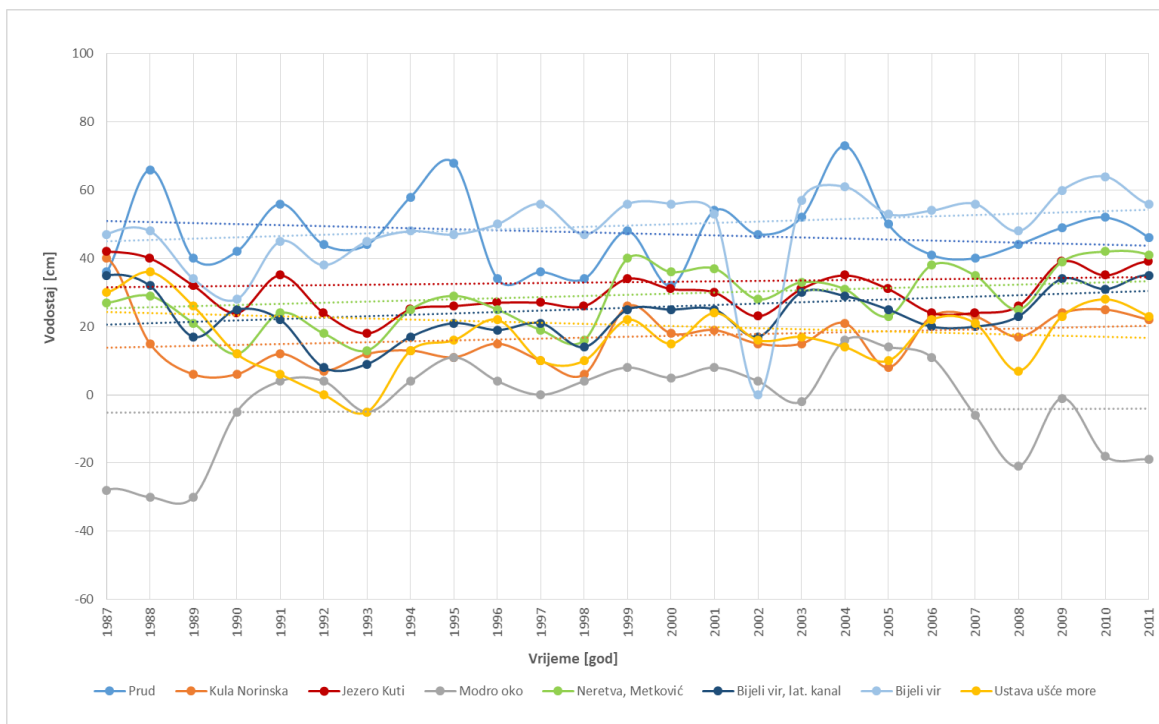
Slika 4.19: Dijagram srednjih godišnjih vodostaja za sve postaje

Iz prikaza hoda srednjih godišnjih vodostaja svih postaja vidljiv je pozitivan trend za postaje Kula Norinska, Jezero Kuti, Modro oko, Neretva, Metković, Bijeli vir, lateralni kanal i Ustava ušće nizvodno dok je negativan trend uočen za postaje Prud i Bijeli vir, koji se prihranjuju iz dubokog krškog zaleđa u kojem se najviše manifestiraju klimatske promjene u smislu smanjenja dotoka. Najveći srednji vodostaj u analiziranom razdoblju zabilježen je 2010. godine na postaji Neretva, Metković.



Slika 4.20: Dijagram maksimalnih godišnjih vodostaja za sve postaje

Iz prikaza hoda maksimalnih godišnjih vodostaja svih postaja vidljiv je pozitivan trend za postaje Prud, Kula Norinska i Ustava ušće nizvodno dok je negativan trend uočen za postaje Jezero Kutí, Modro oko, Neretva, Metković, Bijeli vir, lateralni kanal i Bijeli vir.



Slika 4.21: Dijagram minimalnih godišnjih vodostaja za sve postaje

Iz prikaza hoda minimalnih godišnjih vodostaja svih postaja vidljiv je pozitivan trend za postaje Kula Norinska, Jezero Kutu, Modro oko, Neretva, Metković, Bijeli vir, lateralni kanal i Bijeli vir dok je negativan trend uočen za postaje Prud i Ustava ušće nizvodno.

4.2. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o protocima

Na analiziranom području podataka o protocima ima malo zbog niskog položaja svih postaja. Kod većine značajan utjecaj na kolebanje protoka i vodostaja ima uspor donjeg toka korita, a i mora. Generalni pregled karakterističnih izmjerenih protoka, minimalnih, srednjih i maksimalnih, za sve analizirane postaje sliva rijeke Neretve dan je u Tablici 4.11.

Tablica 4.11: Karakteristični izmjereni protoci izmjereni na hidrološkim stanicama

HIDROLOŠKA STANICA	RAZDOBLJE OBRADJE	PROTOK (m ³ s ⁻¹)								
		minimalni			srednji			maksimalni		
		min	sr	max	min	sr	max	min	sr	max
Prud preljev uzv.	2016.-2018.	2.41	2.50	2.58	4.34	5.15	5.69	10.10	12.17	13.20
Modro oko	1980.-1991. 1995.-2009.	0.22	0.59	0.96	1.54	2.00	2.58	3.92	4.67	6.63
Bijeli vir	1993.-2001.	0.002	0.005	0.006	0.17	0.21	0.27	2.52	3.56	5.49

Slijedi statistička obrada mjesečnih godišnjih protoka (srednjih, maksimalnih i minimalnih protoka) te grafički prikaz karakterističnih godišnjih protoka i unutargodišnja raspodjela protoka po pojedinim analiziranim postajama za cjelokupno raspoloživo razdoblje.

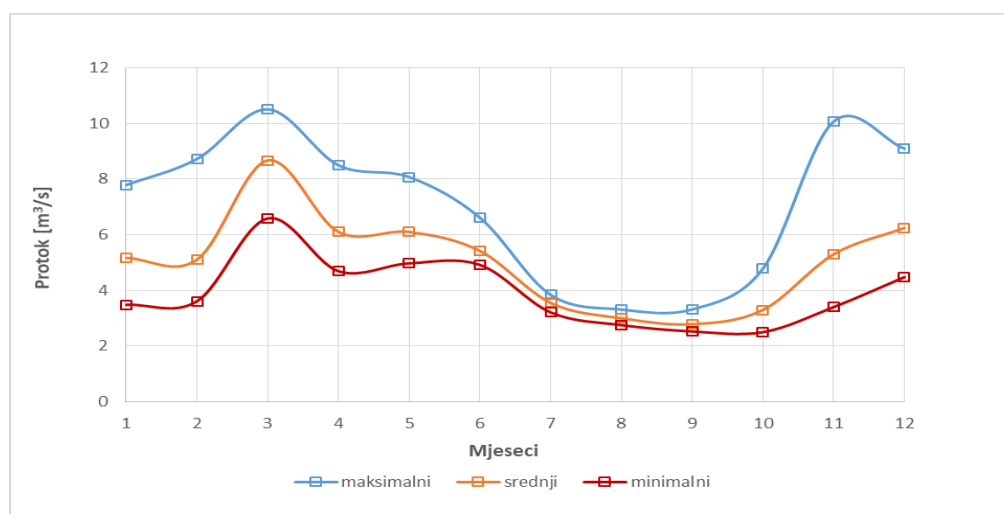
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o protoku na hidrološkoj stanici Prud preljev uzvodno (7259) korišteno je vrlo kratko razdoblje od 2016. do 2018. godine (Tablica 4.12).

Tablica 4.12: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o protocima s postaje Prud preljev uzvodno

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (2016.-2018.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (m ³ /s)													
Sr	5.17	5.11	8.67	6.10	6.10	5.42	3.55	3.00	2.79	3.30	5.30	6.25	5.15
Stdev	1.22	0.95	2.41	2.14	2.13	1.62	0.33	0.19	0.23	0.36	0.50	1.92	0.71
Cv	0.24	0.19	0.28	0.35	0.35	0.30	0.09	0.06	0.08	0.11	0.09	0.31	0.14
Max	5.89	6.20	11.10	8.44	8.48	7.29	3.93	3.22	3.00	3.71	5.87	7.59	5.69
Min	3.76	4.49	6.29	4.24	4.36	4.40	3.30	2.89	2.55	3.04	4.92	4.05	4.34
Maksimalni (m ³ /s)													
Sr	7.79	8.72	10.51	8.50	8.07	6.61	3.84	3.32	3.32	4.78	10.07	9.09	12.17
Stdev	2.84	2.25	2.09	1.91	4.54	3.45	0.45	0.29	0.67	1.21	2.79	2.01	1.79
Cv	0.36	0.26	0.20	0.22	0.56	0.52	0.12	0.09	0.20	0.25	0.28	0.22	0.15
Max	10.90	10.80	12.60	10.40	13.20	10.60	4.36	3.56	3.99	6.01	13.20	10.40	13.20
Min	5.34	6.33	8.42	6.59	4.56	4.50	3.52	3.00	2.66	3.60	7.86	6.78	10.10
Minimalni (m ³ /s)													
Sr	3.49	3.61	6.59	4.69	4.98	4.92	3.21	2.76	2.53	2.50	3.40	4.48	2.50
Stdev	0.68	0.48	2.14	1.17	1.01	0.95	0.27	0.15	0.13	0.09	0.09	1.31	0.09
Cv	0.20	0.13	0.32	0.25	0.20	0.19	0.08	0.05	0.05	0.03	0.02	0.29	0.03
Max	4.27	4.16	8.32	5.98	6.12	6.01	3.47	2.90	2.66	2.58	3.50	5.64	2.58
Min	3.03	3.25	4.20	3.71	4.22	4.30	2.94	2.60	2.41	2.41	3.34	3.06	2.41

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži protoci u pravilu javljaju tijekom ljetnih mjeseci zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Vrijednosti protoka na stanici Prud preljev uzvodno variraju od minimalnih 2,41 m³/s do maksimalnih 13,20 m³/s dok srednji godišnji protok u analiziranom periodu iznosi 5,15 m³/s.

Na Slici 4.22 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih protoka.



Slika 4.22. Unutargodišnja raspodjela protoka za postaju Prud preljev uzvodno

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele protoka vidljiv je sezonski karakter pojava protoka. Tijekom srpnja, kolovoza i rujna protoci poprimaju najmanje vrijednosti, a razlika između vrijednosti srednjih, maksimalnih i minimalnih protoka u tom razdoblju je vrlo mala i iznosi svega 0,56-0,79 m³/s. S druge strane, krivulje srednjih, maksimalnih i minimalnih protoka maksimalnu vrijednost poprimaju u ožujku.

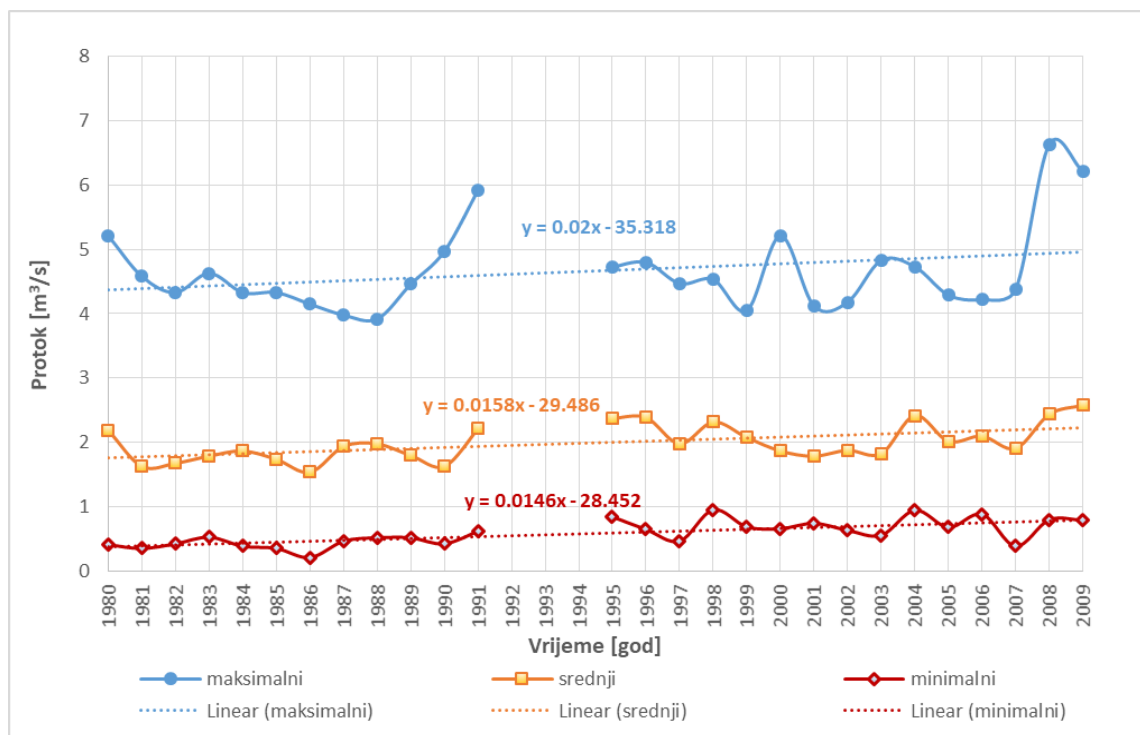
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o protoku na hidrološkoj stanici Modro oko (7056) korišten je vremenski niz od 30 godina, točnije razdoblje od 1980. do 2009. godine uz prekid u periodu od 1992. do 1994. godine (Tablica 4.13).

Tablica 4.13: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o protocima s postaje Modro oko

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1980.-2009.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (m ³ /s)													
Sr	2.71	2.43	2.41	2.30	1.98	1.48	1.13	1.06	1.21	1.79	2.46	3.05	2.00
Stdev	0.93	0.86	0.74	0.50	0.62	0.51	0.26	0.27	0.61	0.77	0.75	0.78	0.28
Cv	0.34	0.35	0.31	0.22	0.31	0.35	0.23	0.26	0.50	0.43	0.31	0.26	0.14
Max	4.77	4.21	3.86	2.88	3.26	2.46	1.62	1.86	2.82	3.02	4.16	5.01	2.58
Min	0.74	0.60	0.76	1.21	0.99	0.62	0.52	0.58	0.34	0.46	1.18	1.54	1.54
Maksimalni (m ³ /s)													
Sr	3.76	3.42	3.32	3.08	2.68	1.88	1.41	1.43	1.84	2.92	3.83	4.05	4.67
Stdev	1.14	1.08	0.98	0.62	0.79	0.75	0.35	0.55	1.02	1.26	0.82	0.89	0.67
Cv	0.30	0.32	0.29	0.20	0.29	0.40	0.25	0.38	0.55	0.43	0.22	0.22	0.14
Max	6.45	6.27	5.64	4.47	4.22	3.36	2.18	3.01	4.08	5.09	5.92	6.63	6.63
Min	1.17	1.17	1.50	1.87	1.38	0.82	0.71	0.88	0.60	0.58	2.37	2.17	3.92
Minimalni (m ³ /s)													
Sr	1.95	1.67	1.66	1.75	1.48	1.14	0.95	0.82	0.81	1.02	1.44	2.18	0.59
Stdev	0.88	0.62	0.69	0.54	0.53	0.33	0.25	0.23	0.39	0.59	0.65	0.82	0.20
Cv	0.45	0.37	0.41	0.31	0.36	0.29	0.26	0.28	0.48	0.58	0.45	0.38	0.33
Max	3.67	2.66	2.67	2.62	2.90	1.66	1.41	1.36	2.05	2.42	2.70	3.67	0.96
Min	0.43	0.52	0.47	0.69	0.53	0.51	0.34	0.37	0.22	0.33	0.29	0.58	0.22

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži protoci u pravilu javljaju u srpnju, kolovoza i rujnu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Vrijednosti protoka na stanici Modro oko variraju od minimalnih 0,22 m³/s do maksimalnih 6,63 m³/s dok srednji godišnji protok u analiziranom periodu iznosi 2,0 m³/s.

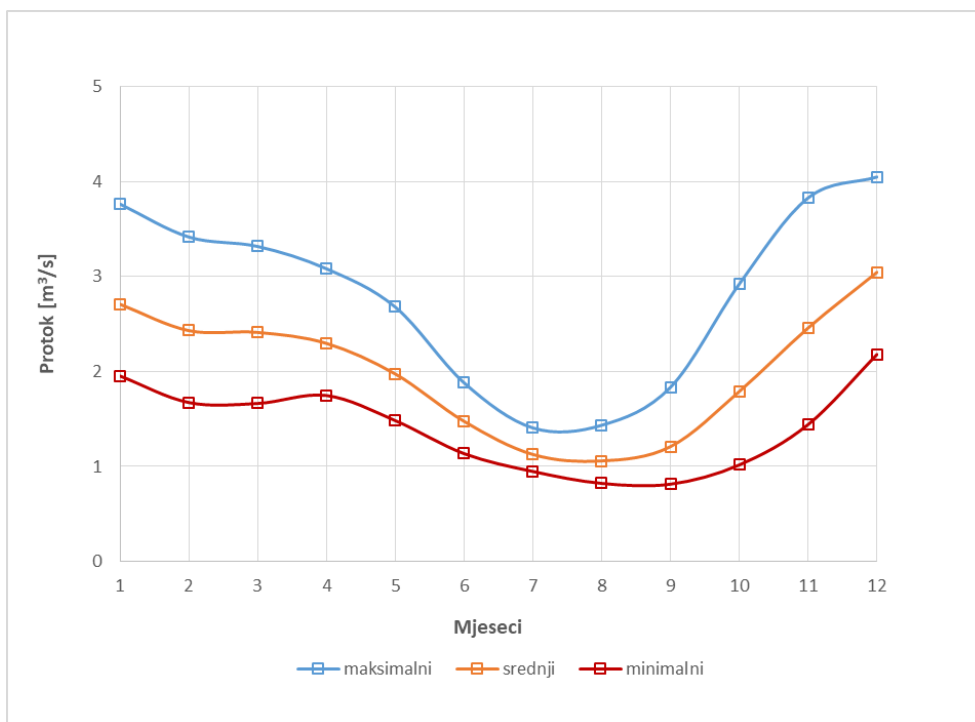
Na Slici 4.23 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih protoka i trendovi karakterističnih godišnjih protoka za hidrološku postaju Modro oko.



Slika 4.23: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih protoka za postaju Modro oko

Iz prikaza karakterističnih godišnjih protoka vidljiv je pozitivan trend maksimalnih godišnjih protoka od $0,02 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{godišnje}$, srednjih godišnjih protoka od $0,02 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{godišnje}$ i minimalnih godišnjih protoka od $0,01 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{godišnje}$. Kod krivulja srednjih i minimalnih godišnjih protoka vidljive su vrlo male godišnje varijacije protoka dok su kod krivulje maksimalnih godišnjih protoka varijacije izraženije. Razlog pozitivnog trenda može biti relativno kratak niz podataka, kao i reguliranost otjecanja u njegovom gornjem dijelu sliva koji obuhvaća krška polja na kojima su izgrađeni hidrotehnički sustavi za odvodnju i navodnjavanje.

Na Slici 4.24 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih protoka za hidrološku postaju Modro oko.



Slika 4.24: Unutargodišnja raspodjela protoka za postaju Modro oko

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele protoka vidljiva je uniformnost krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih protoka kroz godinu. Tijekom srpnja, kolovoza i rujna protoci poprimaju najmanje vrijednosti dok maksimalnu vrijednost poprimaju u prosincu.

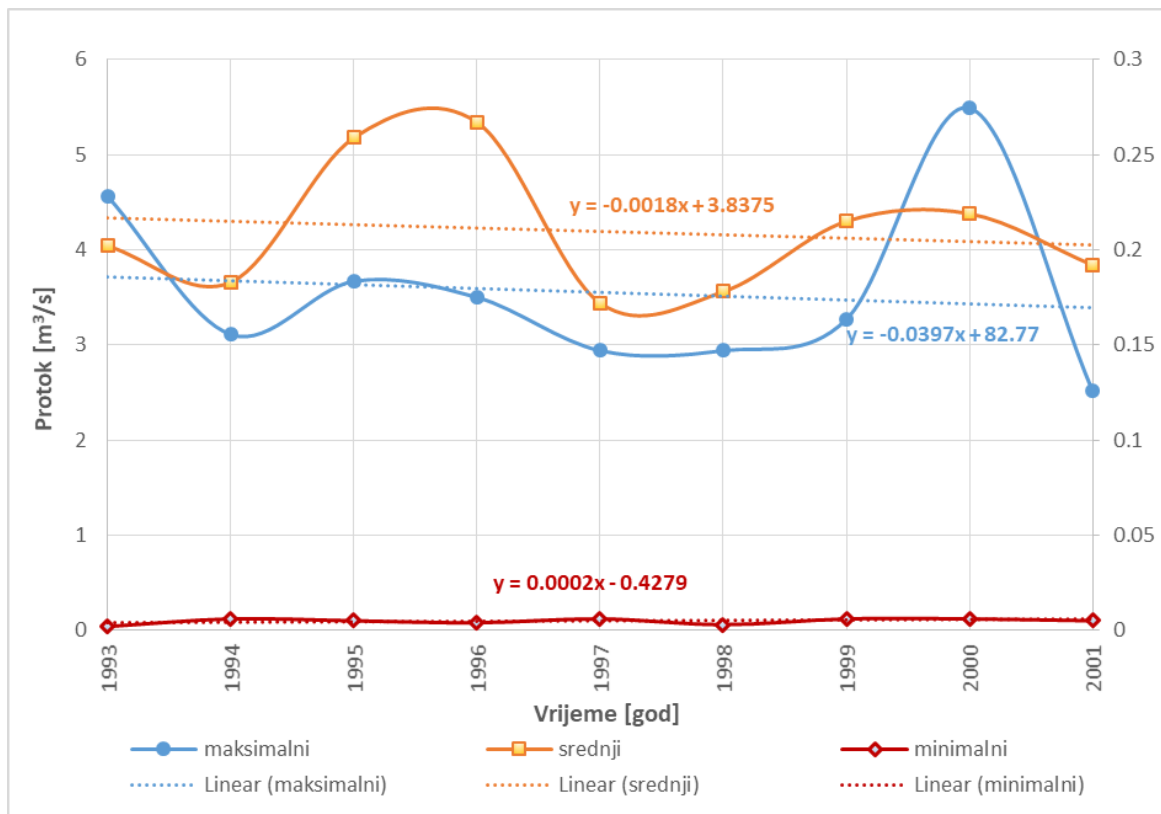
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o protoku na hidrološkoj stanici Bijeli vir (7124) korišten je vremenski niz od 9 godina, točnije razdoblje od 1993. do 2001. godine (Tablica 4.14).

Tablica 4.14: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o protocima s postaje Bijeli vir

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1993.-2001.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednji (m ³ /s)													
Sr	0.305	0.170	0.152	0.316	0.098	0.027	0.012	0.046	0.127	0.144	0.503	0.618	0.210
Stdev	0.236	0.105	0.166	0.233	0.089	0.047	0.004	0.055	0.157	0.134	0.280	0.383	0.034
Cv	0.772	0.619	1.092	0.737	0.907	1.748	0.372	1.196	1.236	0.932	0.557	0.619	0.163
Max	0.676	0.306	0.457	0.767	0.278	0.152	0.019	0.139	0.390	0.425	0.989	1.140	0.267
Min	0.053	0.011	0.013	0.040	0.010	0.007	0.007	0.008	0.009	0.018	0.202	0.031	0.172
Maksimalni (m ³ /s)													
Sr	1.388	1.083	0.797	1.708	0.559	0.141	0.017	0.604	0.842	0.989	2.492	2.741	3.556
Stdev	1.046	0.689	0.650	1.302	0.856	0.379	0.009	0.885	0.981	0.972	1.099	1.629	0.927
Cv	0.754	0.636	0.816	0.762	1.533	2.689	0.511	1.465	1.165	0.984	0.441	0.594	0.261
Max	2.890	2.230	1.700	3.500	2.750	1.150	0.031	1.880	2.320	2.440	4.560	5.490	5.490
Min	0.232	0.024	0.079	0.127	0.020	0.009	0.010	0.009	0.010	0.031	1.150	0.183	2.520
Minimalni (m ³ /s)													
Sr	0.024	0.015	0.016	0.016	0.014	0.010	0.009	0.008	0.010	0.013	0.017	0.041	0.005
Stdev	0.038	0.012	0.022	0.011	0.008	0.006	0.003	0.003	0.007	0.011	0.012	0.044	0.001
Cv	1.599	0.748	1.380	0.713	0.571	0.576	0.309	0.300	0.672	0.852	0.697	1.053	0.310
Max	0.120	0.035	0.072	0.037	0.028	0.022	0.013	0.013	0.029	0.037	0.043	0.127	0.006
Min	0.004	0.005	0.002	0.006	0.008	0.004	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005	0.007	0.002

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niži protoci u pravilu javljaju u lipnju, srpnju i kolovozu zbog sušnijih hidroloških prilika tijekom ljeta. Vrijednosti protoka na stanici Bijeli vir variraju od minimalnih 0,002 m³/s do maksimalnih 5,49 m³/s dok srednji godišnji protok u analiziranom periodu iznosi 0,21 m³/s.

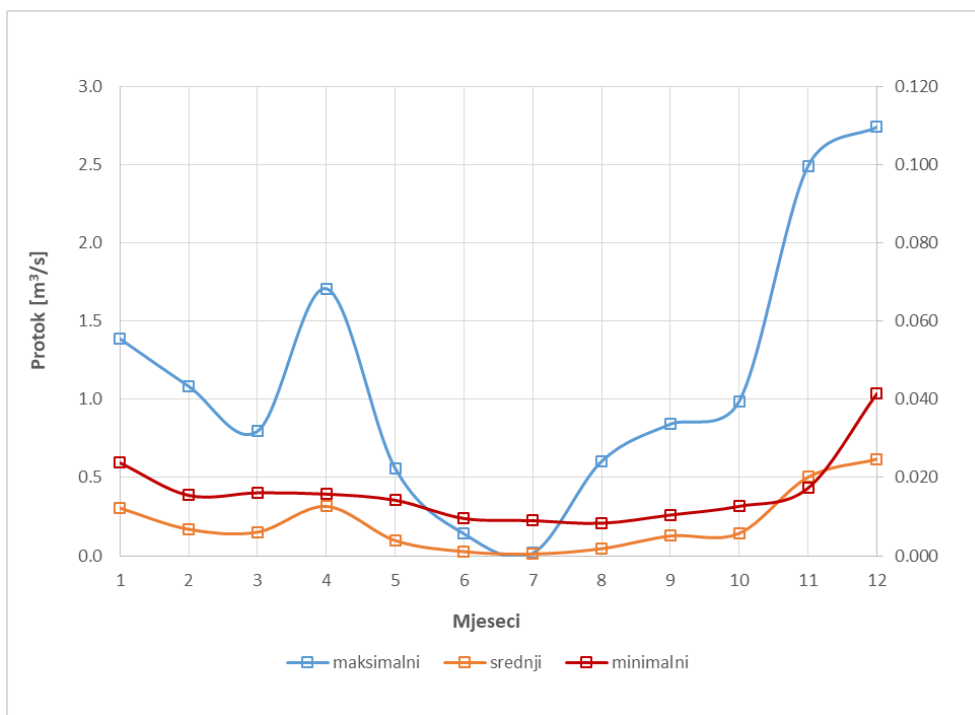
Na Slici 4.25 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih protoka i trendovi karakterističnih godišnjih protoka za hidrološku postaju Bijeli vir.



Slika 4.25: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih protoka za postaju Bijeli vir

Iz prikaza karakterističnih godišnjih protoka vidljiv je negativan trend maksimalnih godišnjih protoka od $0,04 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{godišnje}$ i srednjih godišnjih protoka od $0,002 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{godišnje}$ dok je gotovo neprimjetan pozitivan trend vidljiv kod minimalnih godišnjih protoka i iznosi $0,0002 \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{godišnje}$. Vidljivo je i da kod krivulje minimalnih godišnjih protoka gotovo da i nema varijacija tijekom godina dok su kod krivulje srednjih godišnjih protoka vidljive vrlo male godišnje varijacije protoka, vidljive tek nakon uvođenja sekundarne y osi. S druge strane, kod krivulje maksimalnih godišnjih protoka mogu se zamjetiti vrlo izražene varijacije godišnjih protoka.

Na Slici 4.26 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih protoka za hidrološku postaju Bijeli vir.



Slika 4.26: Unutargodišnja raspodjela protoka za postaju Bijeli vir

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele protoka vidljivo je približavanje krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih protoka u ljetnom periodu godine te preklapanje u srpnju što upućuje na najmanje varijacije protoka u tom mjesecu. Tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci vidljiv je pad protoka koji minimalne vrijednosti postiže u srpnju. Rast protoka izražen je od srpnja, a maksimalnu vrijednost doseže u prosincu. Promjena protoka tijekom godine najviše se osjeti na krivulji maksimalnih protoka dok je na krivulji minimalnih protoka unutargodišnje kolebanje gotovo neprimjetno.

4.3. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o temperaturi vode

U donjem dijelu toka Neretve prate se i temperature vode čije promjene također mogu biti indikativne u smislu mogućeg utjecaja klimatskih promjena, kao i hidrotehničkih zahvata za regulaciju otjecanja u gornjim dijelovima sliva Neretve i njenih analiziranih pritoka.

Generalni pregled karakterističnih izmjerenih temperatura vode, minimalnih, srednjih i maksimalnih, za sve analizirane postaje sliva rijeke Neretve dan je u Tablici 4.15.

Tablica 4.15: Karakteristične izmjerene temperature vode izmjerene na hidrološkim stanicama

HIDROLOŠKA STANICA	RAZDOBLJE OBRADJE	TEMPERATURA VODE (°C)								
		minimalni			srednji			maksimalni		
		min	sr	max	min	sr	max	min	sr	max
Prud preljev uzv.	2016.-2019.	10.9	11.3	11.5	12.1	12.23	12.3	12.8	12.93	13.0
Neretva, Metković	1948.-2019.	0.0	4.24	7.5	7.9	12.13	17.1	14.0	20.31	26.0

Slijedi statistička obrada mjesečnih godišnjih temperatura vode (srednjih, maksimalnih i minimalnih temperatura vode) te grafički prikaz karakterističnih godišnjih temperatura vode i unutargodišnja raspodjela temperature vode po pojedinim analiziranim postajama za cjelokupno raspoloživo razdoblje.

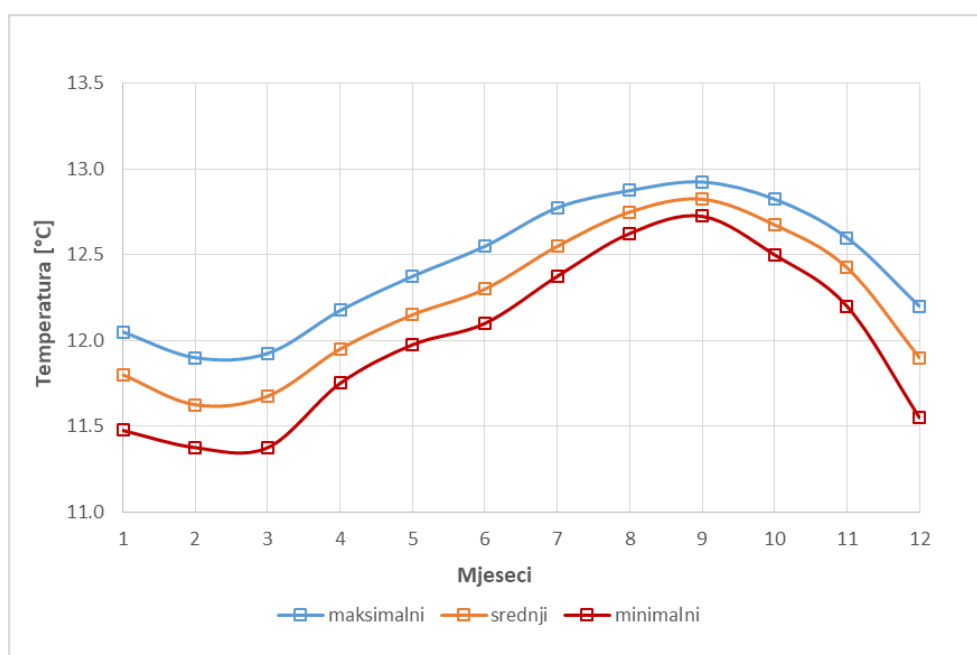
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o temperaturi vode na hidrološkoj stanici Prud preljev uzvodno (7259) korišteno je kratko razdoblje od 2016. do 2019. godine (Tablica 4.16).

Tablica 4.16: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o temperaturama vode s postaje Prud preljev uzvodno

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (2016.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednja (°C)													
Sr	11.80	11.63	11.68	11.95	12.15	12.30	12.55	12.75	12.83	12.68	12.43	11.90	12.23
Stdev	0.00	0.24	0.13	0.17	0.06	0.08	0.06	0.06	0.10	0.05	0.05	0.18	0.10
Cv	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
Max	11.80	11.80	11.80	12.20	12.20	12.40	12.60	12.80	12.90	12.70	12.50	12.10	12.30
Min	11.80	11.30	11.50	11.80	12.10	12.20	12.50	12.70	12.70	12.60	12.40	11.70	12.10
Maksimalna (°C)													
Sr	12.05	11.90	11.93	12.18	12.38	12.55	12.78	12.88	12.93	12.83	12.60	12.20	12.93
Stdev	0.13	0.00	0.10	0.22	0.10	0.06	0.05	0.05	0.10	0.05	0.08	0.08	0.10
Cv	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Max	12.20	11.90	12.00	12.50	12.50	12.60	12.80	12.90	13.00	12.90	12.70	12.30	13.00
Min	11.90	11.90	11.80	12.00	12.30	12.50	12.70	12.80	12.80	12.80	12.50	12.10	12.80
Minimalna (°C)													
Sr	11.48	11.38	11.38	11.75	11.98	12.10	12.38	12.63	12.73	12.50	12.20	11.55	11.30
Stdev	0.17	0.33	0.33	0.06	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08	0.24	0.27
Cv	0.01	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Max	11.70	11.60	11.60	11.80	12.10	12.20	12.50	12.70	12.80	12.60	12.30	11.90	11.50
Min	11.30	10.90	10.90	11.70	11.90	12.00	12.30	12.50	12.60	12.40	12.10	11.40	10.90

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niže temperature vode u pravilu javljaju u siječnju, veljači i ožujku dok se maksimalne temperature vode pojavljuju u kolovozu, rujnu i listopadu. Temperature vode na stanici Prud preljev uzvodno variraju od minimalnih 10,90°C do maksimalnih 13,00°C dok srednja godišnja temperatura vode u analiziranom periodu iznosi 12,23°C.

Na Slici 4.27 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih temperatura vode za hidrološku postaju Prud preljev uzvodno.



Slika 4.27: Unutargodišnja raspodjela temperatura vode za postaju Prud preljev uzvodno

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele temperatura vode vidljiva je uniformnost krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih temperatura vode. U ljetnom periodu godine krivulje se međusobno približavaju te najveću vrijednost dosežu u rujnu kada je i najmanja razlika između srednje, maksimalne i minimalne temperature vode. Temperatura vode postiže minimalnu vrijednost tijekom zimskih mjeseci, točnije u veljači.

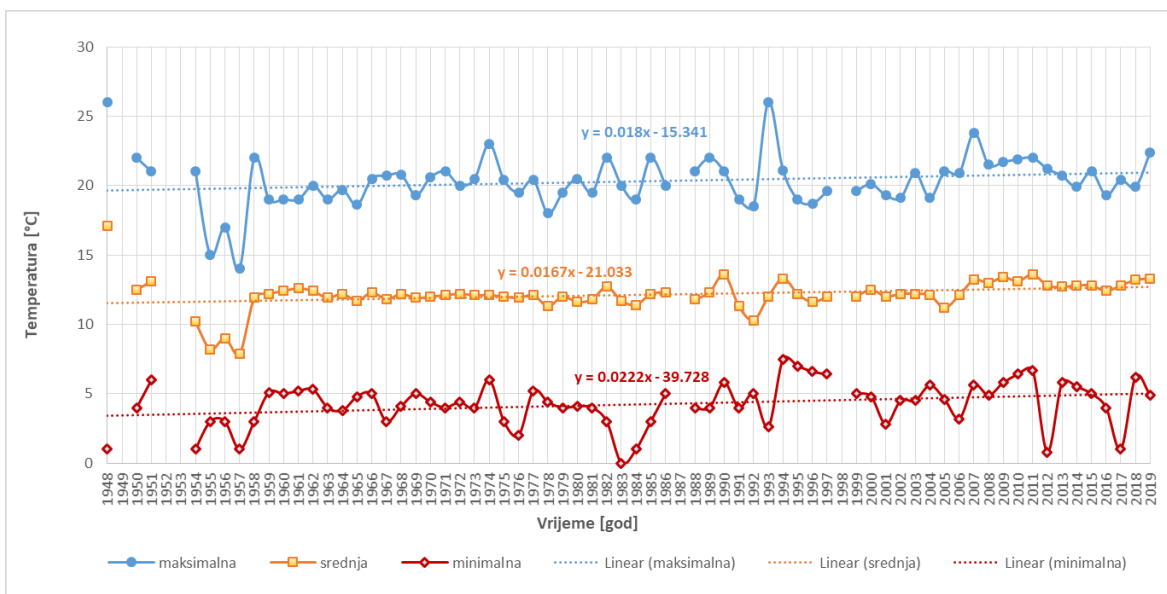
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o temperaturi vode na hidrološkoj stanici Neretva, Metković (7052) korišten je vremenski niz od 72 godine, točnije razdoblje od 1948. do 2019. godine uz prekide 1949., 1952., 1953., 1987. i 1998. godine (Tablica 4.17).

Tablica 4.17: Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o temperaturama vode s postaje Neretva, Metković

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (1948.-2019.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Srednja (°C)													
Sr	7.12	7.49	9.03	10.76	12.84	15.67	17.79	18.11	15.85	12.85	10.08	7.97	12.13
Stdev	1.61	1.64	1.44	1.36	1.61	1.68	1.63	1.73	1.95	1.76	1.50	1.44	1.21
Cv	0.23	0.22	0.16	0.13	0.13	0.11	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15	0.18	0.10
Max	11.90	11.10	10.70	15.60	19.00	22.00	24.10	25.00	24.00	20.40	16.00	10.30	17.10
Min	2.40	2.30	4.20	7.10	7.50	11.00	12.90	12.30	9.40	7.40	5.80	4.10	7.90
Maksimalna (°C)													
Sr	8.95	9.48	10.87	12.47	15.14	18.20	19.69	20.05	18.08	15.44	12.19	9.98	20.31
Stdev	1.81	1.85	1.68	1.68	2.06	1.95	1.83	1.95	2.05	2.20	1.70	1.61	1.88
Cv	0.20	0.20	0.15	0.13	0.14	0.11	0.09	0.10	0.11	0.14	0.14	0.16	0.09
Max	14.00	14.00	16.00	18.00	22.00	25.00	25.00	26.00	25.00	23.00	20.00	14.50	26.00
Min	4.00	3.00	6.00	8.00	9.00	13.00	14.00	13.00	11.00	8.00	7.00	5.00	14.00
Minimalna (°C)													
Sr	5.09	5.51	7.02	9.10	10.72	13.15	15.49	15.88	13.58	10.52	7.89	5.73	4.24
Stdev	1.65	1.69	1.66	1.34	1.57	1.90	2.00	2.10	2.01	1.81	1.89	1.76	1.63
Cv	0.32	0.31	0.24	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.15	0.17	0.24	0.31	0.38
Max	8.10	8.90	10.00	12.00	16.00	21.00	23.00	24.00	21.00	19.00	10.50	9.00	7.50
Min	1.00	0.80	3.00	4.00	5.00	8.00	11.00	10.00	8.00	6.00	0.00	1.00	0.00

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se niže temperature vode u pravilu javljaju u siječnju, veljači i prosincu dok se maksimalne temperature vode pojavljuju u srpnju, kolovozu i rujnu. Temperature vode na stanici Neretva, Metković variraju od minimalnih 0,0°C do maksimalnih 26,0°C dok srednja godišnja temperatura vode u analiziranom periodu iznosi 12,13°C.

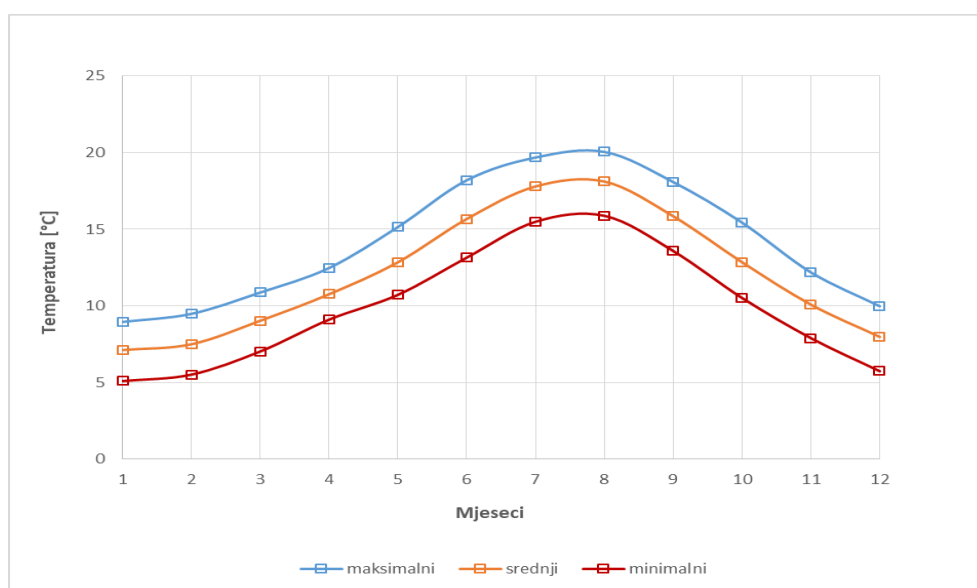
Na Slici 4.28 dan je prikaz hoda karakterističnih godišnjih temperatura vode i trendovi karakterističnih godišnjih temperatura vode za hidrološku postaju Neretva, Metković.



Slika 4.28: Dijagram minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih temperatura vode za postaju Neretva, Metković

Iz prikaza karakterističnih godišnjih temperatura vode vidljiv je identičan pozitivan trend promjena maksimalnih, srednjih i minimalnih godišnjih temperatura vode od 0,02°C/godišnje. Kod krivulje srednjih godišnjih temperatura vode vidljive su vrlo male godišnje varijacije dok su kod krivulja maksimalnih i minimalnih godišnjih temperatura vode varijacije izraženije.

Na Slici 4.29 prikazana je unutargodišnja raspodjela karakterističnih mjesečnih temperatura vode za hidrološku postaju Neretva, Metković.



Slika 4.29: Unutargodišnja raspodjela temperatura vode za postaju Neretva, Metković

Iz prikaza unutargodišnje raspodjele temperatura vode vidljiva je uniformnost krivulja srednjih, maksimalnih i minimalnih temperatura vode. Krivulje se prate gotovo paralelno, a maksimalnu vrijednost dosežu u kolovozu dok minimalnu vrijednost dosežu tijekom zimskih mjeseci, točnije u siječnju. Razlog tome je velika količina vodnih masa koju ima tok Neretve.

U odnosu na unutargodišnju raspodjelu temperatura vode na stanici Prud preljev uzvodno vidljivo je da se ekstremi temperatura vode na stanici Neretva, Metković u pravilu pojavljuju jedan mjesec ranije.

4.4. Analiza godišnjih i mjesečnih podataka o koncentraciji klorida u vodi

Rijeka Neretva predstavlja osjetljiv hidrološki sustav kod kojeg se slatke vode koje dotječu iz sliva uravnotežuju sa slanom vodom koja prodire kroz okršeno korito kao i samim tokom.

Generalni pregled karakterističnih izmjerenih koncentracija klorida u vodi, minimalnih, srednjih i maksimalnih, za sve analizirane postaje sliva rijeke Neretve dan je u Tablici 4.18.

Tablica 4.18: Karakteristični izmjereni kloridi izmjereni na stanicama za praćenje kakvoće vode

STANICA	RAZDOBLJE OBRADJE	KLORIDI (mg/l)		
		minimalni	srednji	maksimalni
Neretva, Metković	2011.-2018.	4.40	61.64	433.0
Norin, izvorište Prud	2011.-2018.	13.50	21.68	30.10
Norin, Kula Norinska	2012.-2018.	16.50	43.04	234.0
Jezero Kuti	2016.-2018.	10.60	39.10	75.82

Slijedi statistička obrada mjesečnih i godišnjih podataka o koncentraciji klorida te grafički prikaz odnosa srednjih godišnjih vodostaja i pojave klorida po pojedinim stanicama i unutargodišnja raspodjela klorida na analiziranim postajama za cjelokupno raspoloživo razdoblje.

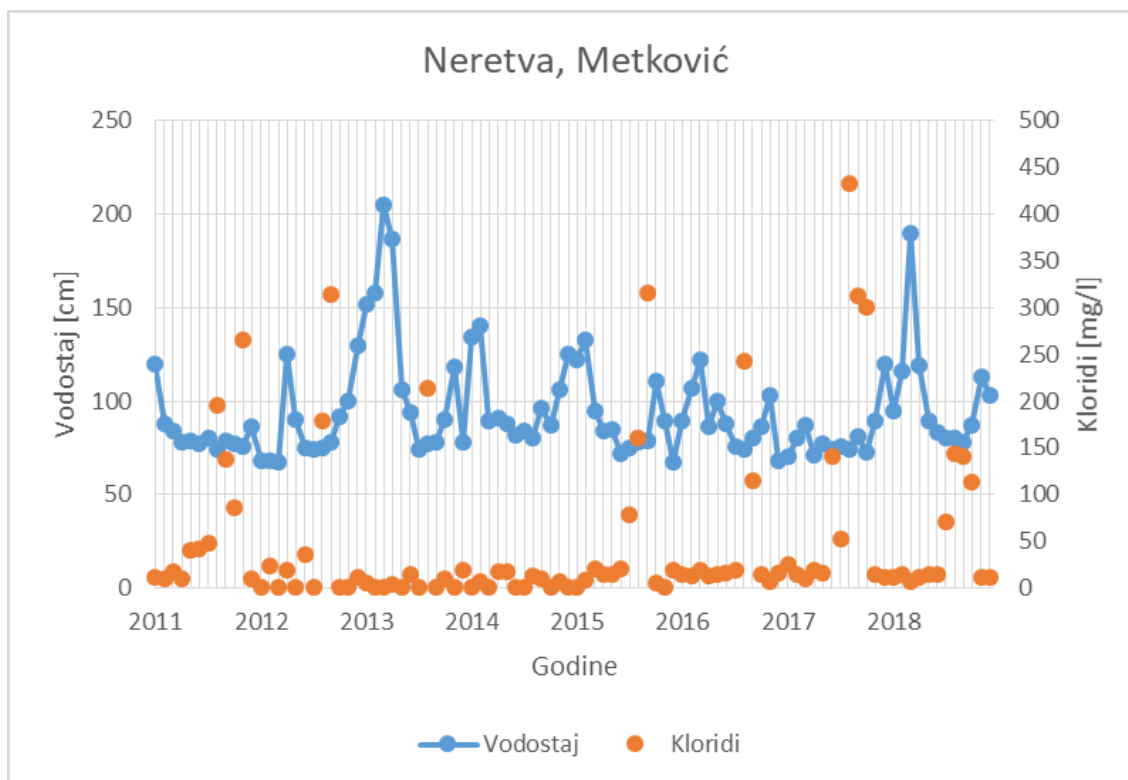
Za statističku obradu mjesečnih i godišnjih podataka o koncentraciji klorida korišteni su podaci sa stanica za praćenje kakvoće vode Neretva, Metković, Norin, izvorište Prud, Norin, Kula Norinska i Jezero Kuti u razdoblju od 2011. do 2018. godine (Tablica 4.19).

Tablica 4.19: Srednji mjesečni i godišnji podaci o kloridima u vodi za postaje

Cjelokupno raspoloživo razdoblje (2011.-2018.)													
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SR. GOD.
Neretva, Metković													
Sr	13.68	12.61	14.72	13.65	19.35	40.73	53.56	197.30	192.03	88.18	60.94	14.00	61.64
Stdev	7.03	5.76	5.89	5.13	10.18	45.07	22.99	117.39	122.00	113.17	114.28	3.99	32.36
Cv	0.51	0.46	0.40	0.38	0.53	1.11	0.43	0.59	0.64	1.28	1.88	0.29	0.53
Max	25	23.8	20.4	19.5	40	140	78.3	433	316	300	265.3	19.4	112.25
Min	6	6.3	7	4.4	14	15	19	13.1	10.2	4.6	7	9.4	11.92
Norin, izvorište Prud													
Sr	20.80	18.26	19.85	24.66	20.00	22.68	19.60	23.03	19.80	18.38	23.90	16.73	21.68
Stdev	1.13	5.25	3.04	3.99	2.83	4.56	0	2.76	4.72	3.09	7.21	2.26	2.22
Cv	0.05	0.29	0.15	0.16	0.14	0.20	1	0.12	0.24	0.17	0.30	0.14	0.10
Max	21.6	24	22	30.1	22	28.7	19.6	28.1	26.2	21	29	18.7	25.4
Min	20	13.8	17.7	18.5	18	17.3	19.6	20	15.1	14	18.8	13.5	18.57
Norin, Kula Norinska													
Sr	38.20	43.52	61.08	53.17	44.34	39.68	25.63	24.67	22.58	29.00	86.02	53.50	43.04
Stdev	27.00	13.15	13.30	19.80	24.73	19.44	8.44	3.42	3.43	14.67	83.94	11.27	5.58
Cv	0.71	0.30	0.22	0.37	0.56	0.49	0.33	0.14	0.15	0.51	0.98	0.21	0.13
Max	69	60	80	70	84	64	38	29.1	27	51	234	66	49.58
Min	18.6	30.5	49	16.5	22	20	19	19	19	21	26.7	43	32.67
Jezero Kuti													
Sr	25.83	22.57	19.44	22.38	23.63	30.09	41.52	56.85	56.93	56.17	45.43	37.99	39.10
Stdev	21.53	12.40	7.26	5.16	4.81	5.31	12.24	17.07	22.82	22.82	18.72	13.53	14.86
Cv	0.83	0.55	0.37	0.23	0.20	0.18	0.29	0.30	0.40	0.41	0.41	0.36	0.38
Max	41.05	31.34	24.57	28.3	29	33.6	53.37	69.18	75.82	73.61	64.59	50.7	53.03
Min	10.6	13.8	14.3	18.83	19.7	23.98	28.93	37.37	31.57	30.34	27.19	23.77	23.46

Iz danog tabličnog prikaza može se uočiti da se najveća srednja maksimalna koncentracija klorida u vodi pojavljuje na stanici Neretva, Metković i iznosi 112,25 mg/l dok se najmanja srednja maksimalna pojavljuje na stanici Norin, izvorište Prud i iznosi 25,4 mg/l. Najmanja srednja minimalna koncentracija klorida u vodi pojavljuje na stanici Neretva, Metković i iznosi 11,92 mg/l dok se najveća srednja minimalna pojavljuje na stanici Norin, Kula Norinska i iznosi 32,67 mg/l.

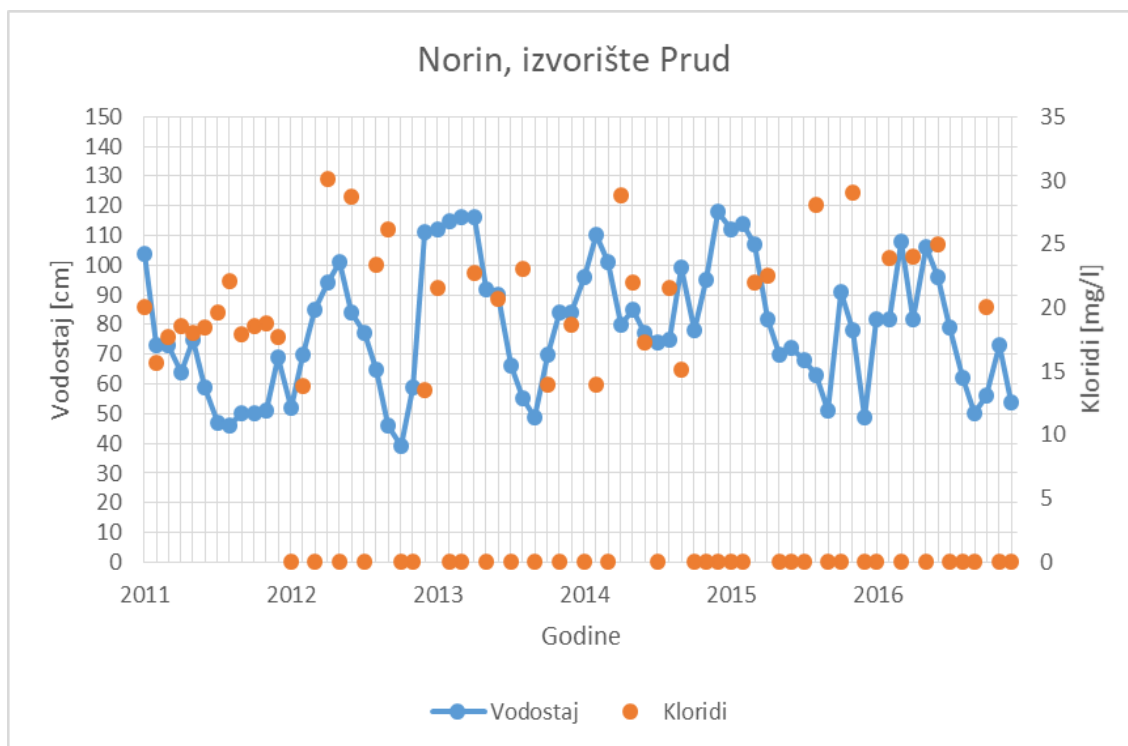
Na Slici 4.30 dan je prikaz hoda srednjih mjesečnih vodostaja i koncentracije klorida u vodi na postaji Neretva, Metković.



Slika 4.30: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Neretva, Metković

Iz grafa je vidljivo da je koncentracija klorida u većem dijelu promatranog razdoblja vrlo niska dok su veće vrijednosti koncentracije izmjerene nakon nekoliko uzastopnih mjeseci niskih vodostaja. Vidljivo je i da su nakon sušnog perioda 2011. godine koncentracije klorida u vodi više mjeseca uzastopno bile iznad srednjih vrijednosti. Maksimalna vrijednost koncentracije klorida u vodi izmjerena je nakon nekoliko uzastopnih mjeseci s najmanjim srednjim vodostajem, u kolovozu 2017. godine i iznosila je 433,0 mg/l.

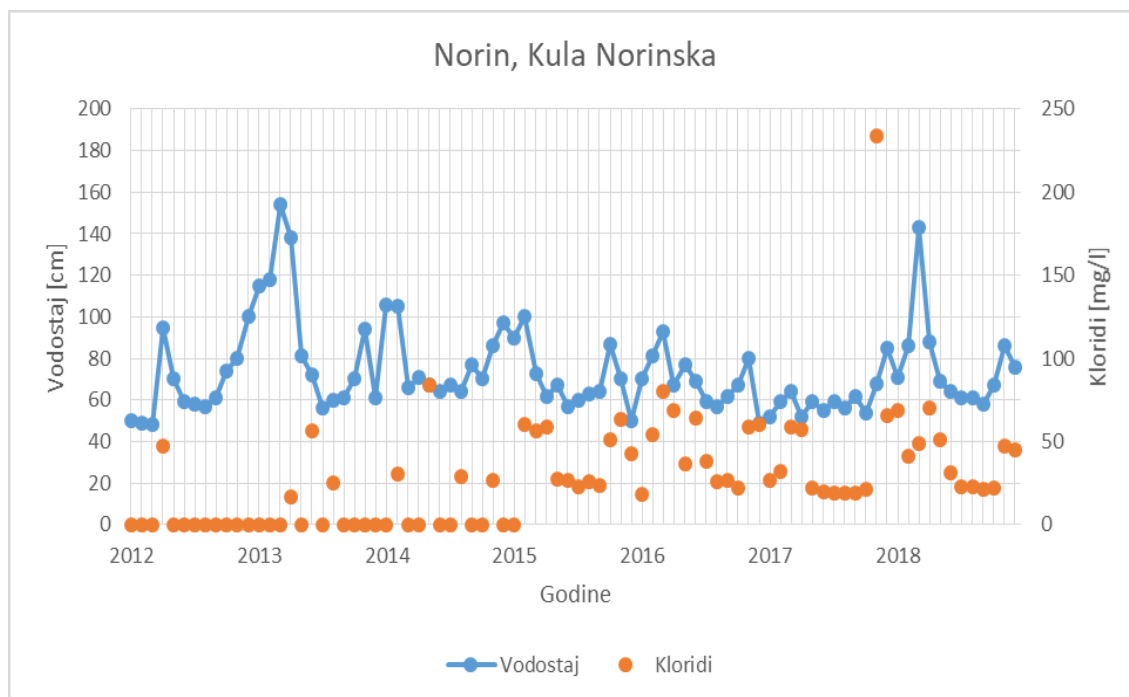
Na Slici 4.31 dan je prikaz hoda srednjih mjesečnih vodostaja i koncentracije klorida u vodi na postaji Norin, izvorište Prud.



Slika 4.31: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Norin, izvorište Prud

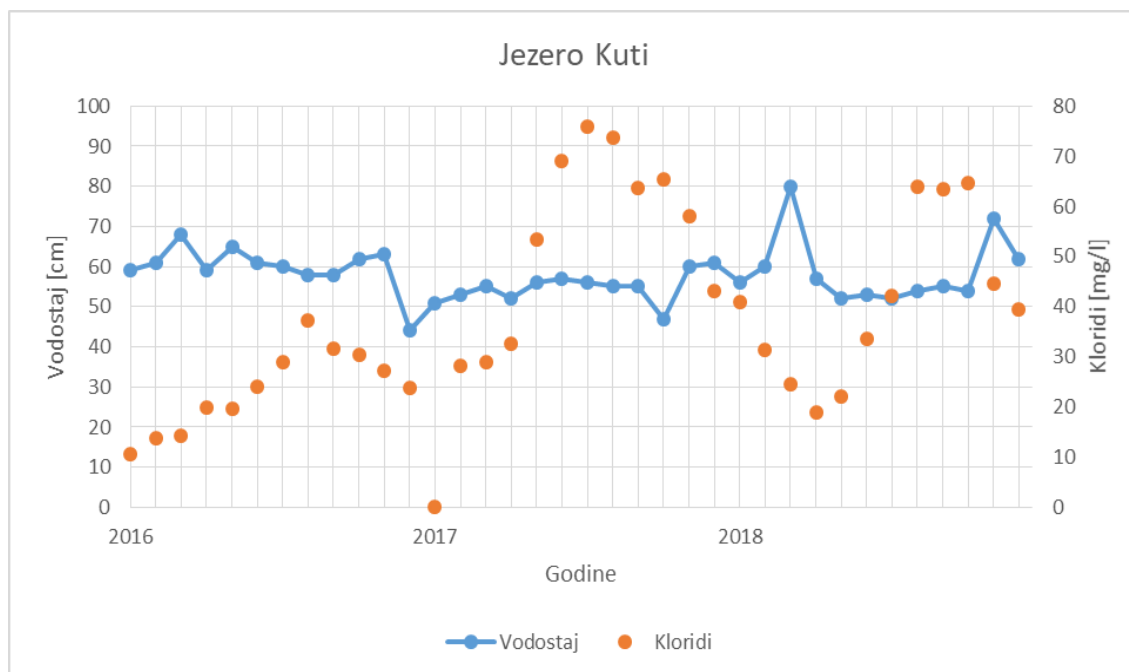
Iz grafa je vidljivo da je koncentracija klorida u većem dijelu promatranog razdoblja jednoliko prisutna, tj. pojavljuje se povremeno nakon nižih vodostaja. Također je vidljivo da je sušne 2011. godine koncentracija klorida u vodi bila prisutna tijekom cijele godine, u granicama od 15,7 mg/l do 22,06 mg/l. Maksimalna vrijednost koncentracije klorida u vodi izmjerena je u travnju 2012. godine i iznosila je 30,1 mg/l. No, sve su to vrlo male koncentracije, daleko ispod maksimalno dozvoljenih 250 mg/l kod voda za ljudsku upotrebu.

Na Slici 4.32 dan je prikaz hoda srednjih mjesečnih vodostaja i koncentracije klorida u vodi na postaji Norin, Kula Norinska.



Slika 4.32: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Norin, Kula Norinska

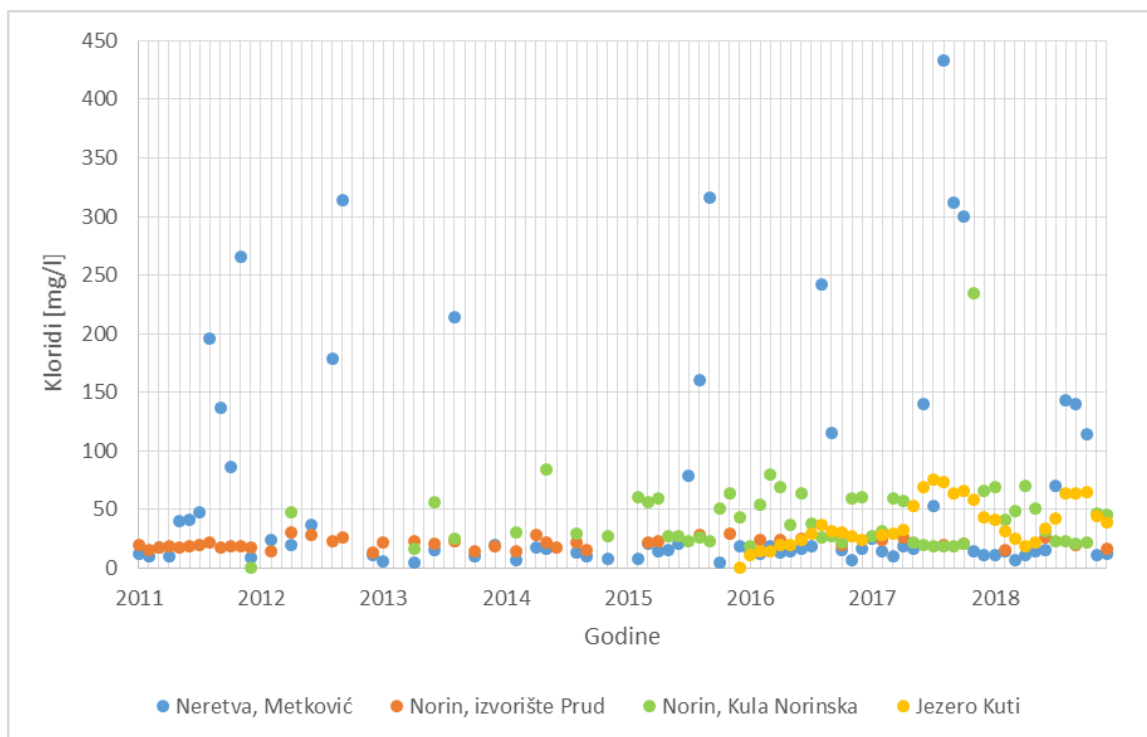
Iz grafa je vidljivo da se kloridi u vodi između 2012. i 2015. godine pojavljuju rijetko zbog većih srednjih vodostaja u tom periodu. Također je vidljivo da je zbog manjih srednjih vodostaja između 2015. i 2018. godine koncentracija klorida prisutna tijekom cijele godine. Maksimalna vrijednost koncentracije klorida u vodi izmjerena je u studenom 2017. godine nakon dužeg perioda niskih vodostaja i iznosila je 234,0 mg/l. Na Slici 4.33 dan je prikaz hoda srednjih mjesečnih vodostaja i koncentracije klorida u vodi na postaji Jezero Kut.



Slika 4.33: Prikaz srednjih mjesečnih vodostaja i klorida za postaju Jezero Kuti

Iz grafa je vidljivo da su kloridi u vodi prisutni tijekom cijelog promatranog razdoblja. Također je vidljivo da na koncentraciju klorida ne utječe pretjerano srednji vodostaj u jezeru. Maksimalna vrijednost koncentracije klorida u vodi izmjerena je u rujnu 2017. godine i iznosila je 75,82 mg/l.

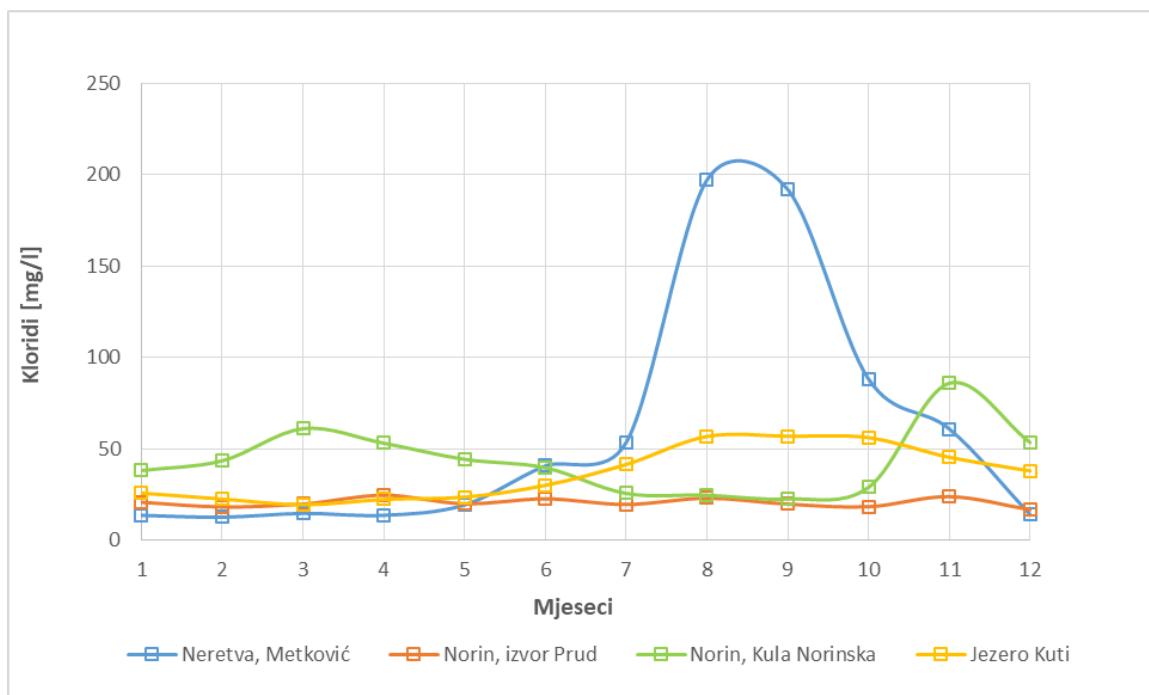
Na Slici 4.34 dan je prikaz koncentracije klorida u vodi na postajama Neretva, Metković, Norin, izvorište Prud, Norin, Kula Norinska i Jezero Kuti za razdoblje između 2011. i 2018. godine.



Slika 4.34: Sadržaj klorida po postajama

Iz Slike 4.34 vidljivo je da ne postoji pretjerana povezanost u hodu prosječnih sadržaja klorida na promatranim postajama. Blagu povezanost moguće je uočiti tek kod manjih koncentracija klorida između postaja Neretva, Metković, Norin, Kula Norinska i Norin, izvorište Prud.

Na Slici 4.35 dan je prikaz unutargodišnje raspodjele koncentracije klorida u vodi na postajama Neretva, Metković, Norin, izvorište Prud, Norin, Kula Norinska i Jezero Kut.



Slika 4.35: Unutargodišnja raspodjela sadržaja klorida u vodi na postajama

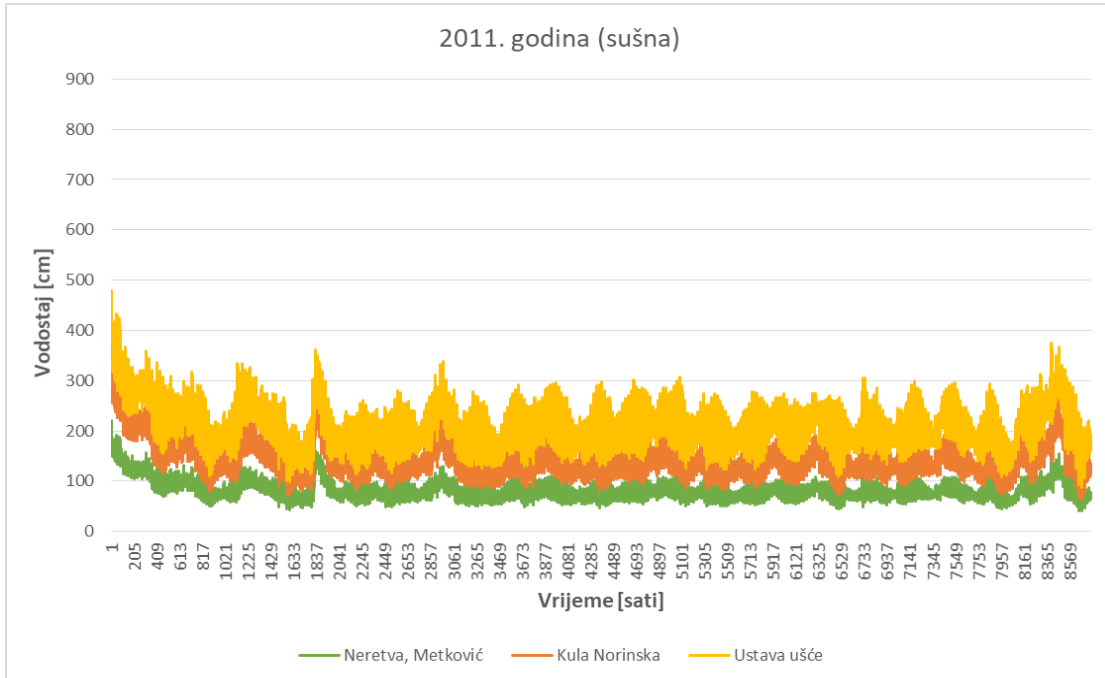
Iz Slike 4.35 vidljivo je da se koncentracija klorida u vodi na postajama Neretva, Metković i Jezero Kuti u pravilu povećava tijekom ljetnih mjeseci, a smanjuje početkom i krajem godine, u zimskim mjesecima. S druge strane, na postaji Norin, Kula Norinska vidljiv je obrnuti trend unutargodišnje raspodjele klorida, povećana koncentracija pojavljuje se u proljetnim i zimskim mjesecima dok se manje koncentracije pojavljuju u ljetnim mjesecima. Kod postaje Norin, Kula Norinska nema izraženih unutargodišnjih ekstrema koncentracije klorida u vodi. Najmanje razlike u koncentraciji klorida vidljive su u prvoj polovici godine što je posljedica većih dotoka voda koje se javljaju u zimskome dijelu godine te miješanja i povećanoga istjecanja voda tijekom proljetnoga razdoblja.

4.5. Analiza satnih podataka o vodostajima

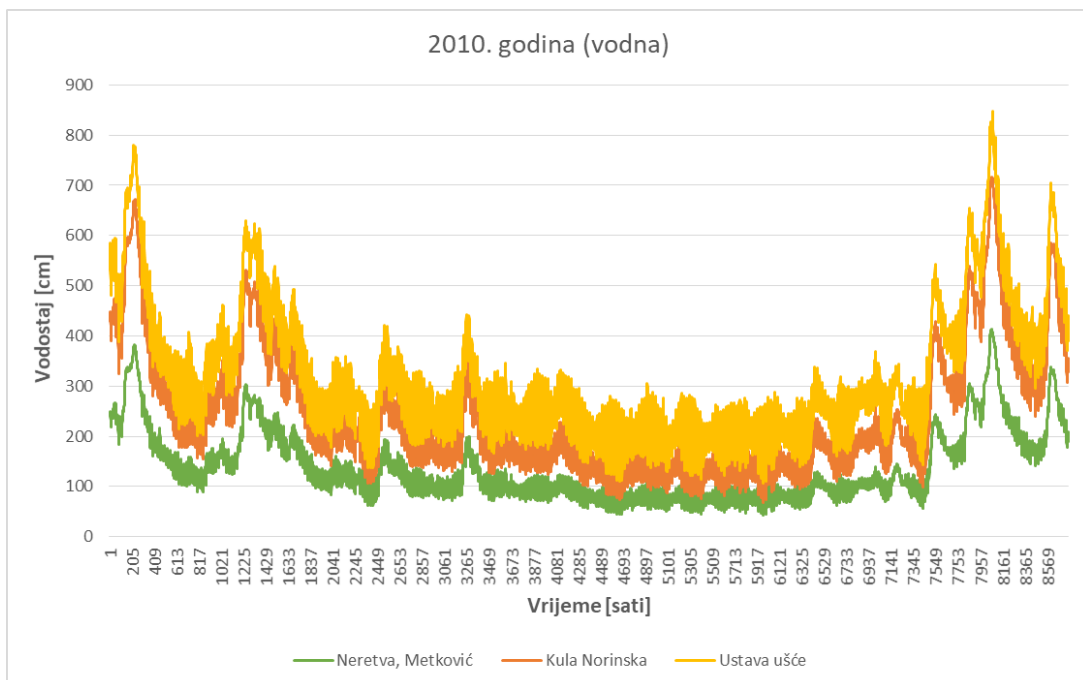
Hidrološke obrade satnih podataka o vodostajima rađene su u obliku nivograma za najsušnije godine te u drugom slučaju najvodnije godine iz raspoloživih podataka sa hidroloških stanica.

Cilj je uvidjeti kretanje razine vode na pojedinim postajama te uvidjeti kakva je njihova međuovisnost.

U nastavku slijede usporedbe godišnjih satnih podataka za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za sušnju 2011. godinu (Slika 4.36) te vodniju 2010. godinu (Slika 4.37).



Slika 4.36: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za sušnu 2011. godinu



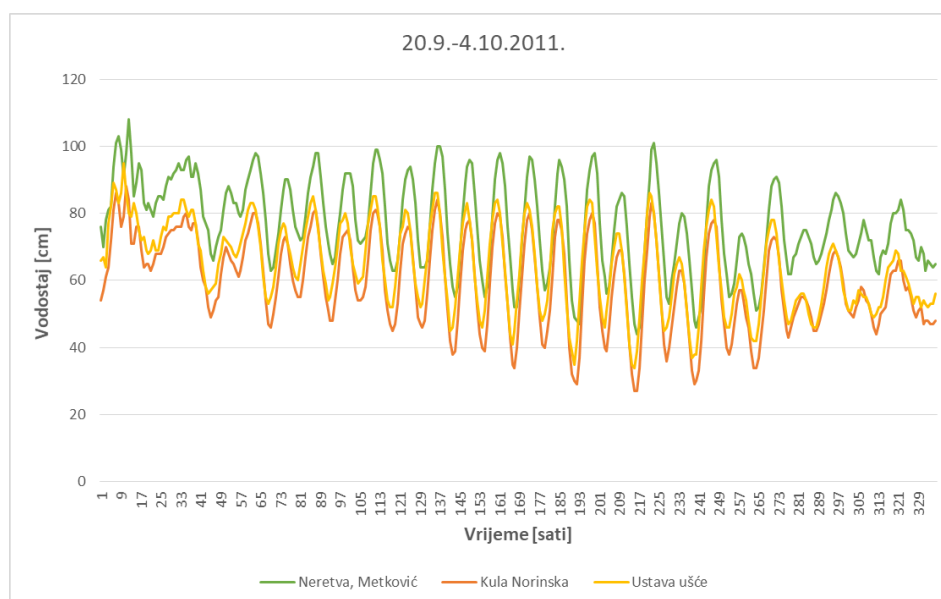
Slika 4.37: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za vodnu 2010. godinu

Iz prikaza satnih podataka za sušnu 2011. i vodnu 2010. godinu vidljivo je da su vodostaji na postajama Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće usko povezani. Također vidljivo je da je amplituda kolebanja vodostaja na na stanici Ustava ušće najveća dok su amplitude kolebanja na stanicama Kula Norinska i Neretva, Metković približno jednake.

Na Slici 4.38 prikazana su kolebanja satnih razina u periodu između 20.9.2011. i 4.10.2011. gdje su vidljive izražene unutarodnevnoscilacije na uzvodnim stanicama što ukazuje na utjecaj plime i oseke na vodostaj. U Tablici 4.20 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u tom periodu.

Tablica 4.20: Kolebanja satnih razina na postajama Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće tijekom sušnog razdoblja od 20.9.2011. do 4.10.2011.

Razdoblje:	Sušno (20.9.-4.10.2011.)		
Postaja	Neretva, Metković	Kula Norinska	Ustava ušće
Max vodostaj (cm)	108	88	95
Min vodostaj (cm)	44	27	34
Ukupna amplituda (cm)	64	61	61
Najveća dnevna amplituda (cm)	57	56	51
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	6	6	6



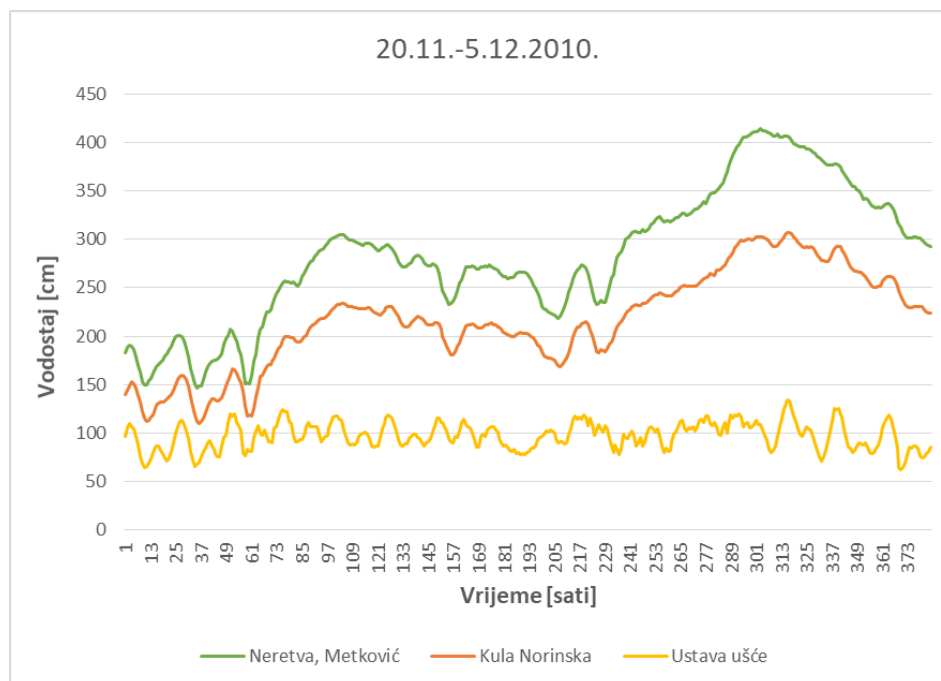
Slika 4.38: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za sušni period 2011. godine

Iz dijagrama uočavamo pravilne unutar-dnevne oscilacije na uzvodnim stanicama Kula Norinska i Neretva, Metković što ukazuje na povezanost vodostaja s plimom i osekom. Maksimalni vodostaj na stanici Kula Norinska u promatranom periodu iznosio je 88 cm dok je minimalni iznosio 27 cm. Maksimalni vodostaj na stanici Neretva, Metković u promatranom periodu iznosio je 108 cm dok je minimalni iznosio 44 cm.

U Tablici 4.21. prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u vodnom periodu od 20.11.2010. do 5.12.2010. godine dok je grafički prikaz kolebanja prikazan na Slici 4.39.

Tablica 4.21: Kolebanja satnih razina na postajama Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće tijekom vodnog razdoblja od 20.11.2010. do 5.12.2010.

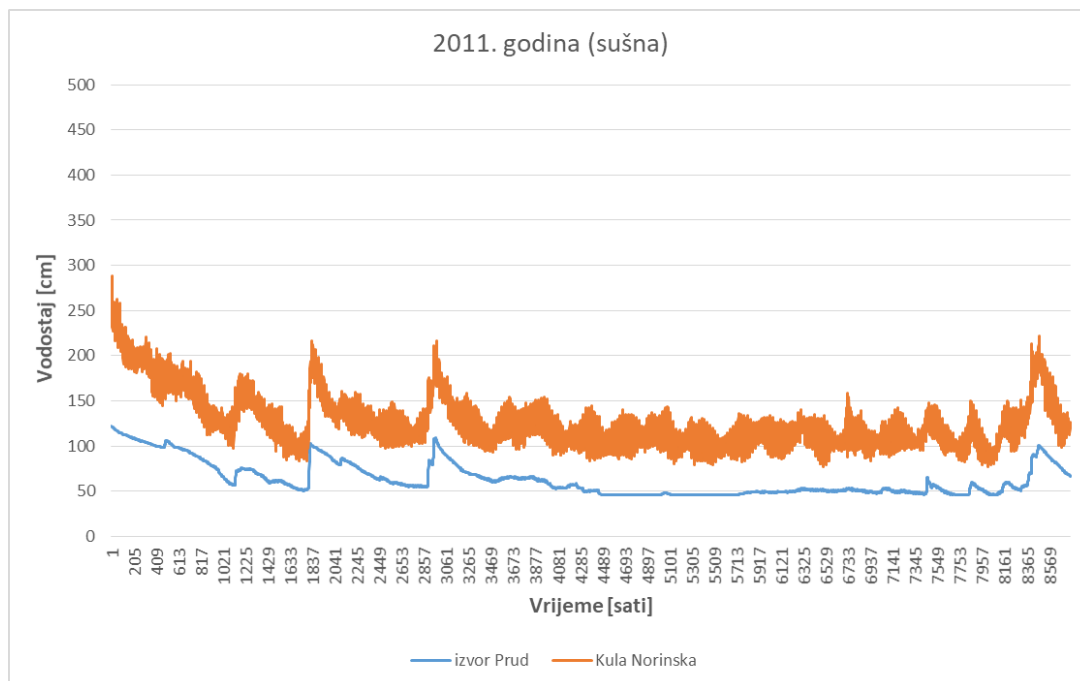
Razdoblje:	Vodno (20.11.-5.12.2010.)		
Postaja	Neretva, Metković	Kula Norinska	Ustava ušće
Max vodostaj (cm)	414	307	134
Min vodostaj (cm)	146	110	64
Ukupna amplituda (cm)	268	197	70
Najveća dnevna amplituda (cm)	105	81	62
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	7	7	6



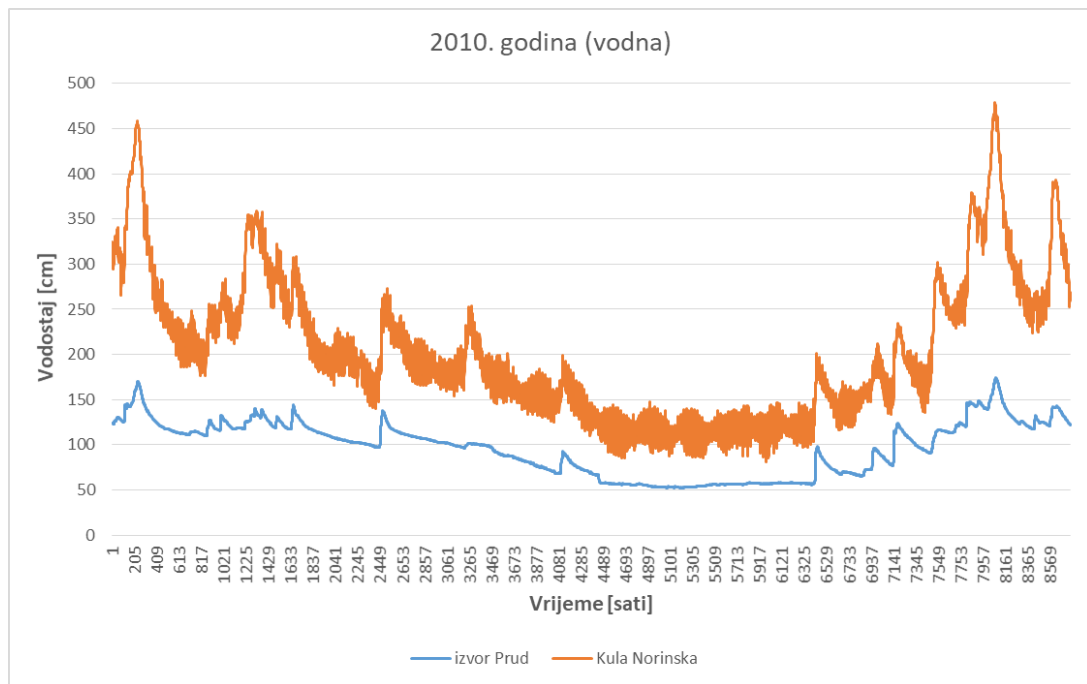
Slika 4.39: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Neretva, Metković, Kula Norinska i Ustava ušće za vodni period 2010. godine

Iz dijagrama uočavamo kako su u slučaju vodnog perioda unutardnevne oscilacije na stanicama Neretva, Metković i Kula Norinska nepravilne i slabije izražene ali je i dalje u nekim periodima moguće primjetiti povezanost s oscilacijama razine mora na stanici Ustava ušće.

U nastavku slijede usporedbe godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Kula Norinska za sušnju 2011. godinu (Slika 4.40) te vodniju 2010. godinu (Slika 4.41).



Slika 4.40: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Kula Norinska za sušnu 2011. godinu



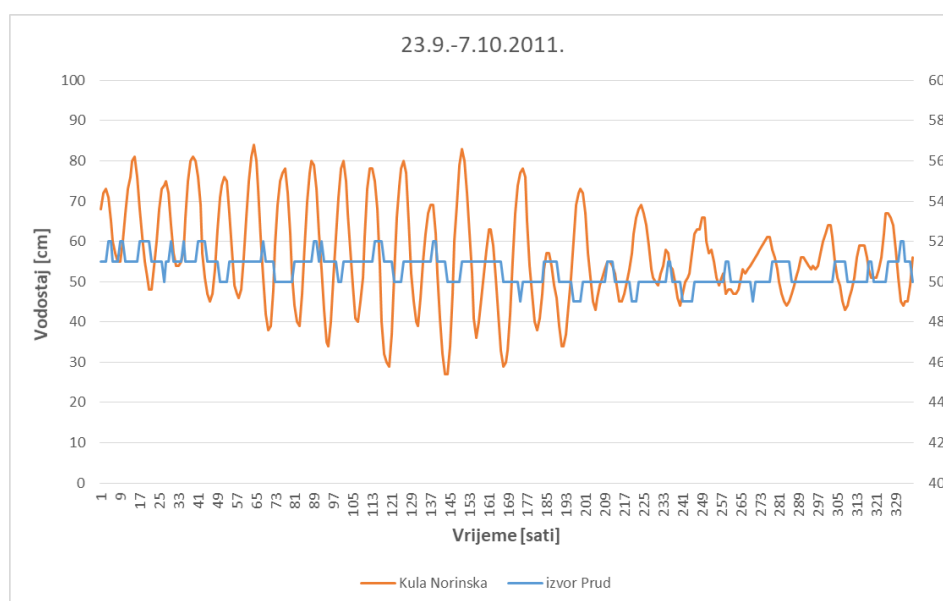
Slika 4.41: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Kula Norinska za vodnu 2010. godinu

Iz prikaza satnih podataka za sušnu 2011. i vodnu 2010. godinu vidljivo je da su vodostaji na izvoru Prud u izravnoj vezi s vodostajima na stanici Kula Norinska posebno u sušnim periodima godine dok je za vrijeme velikih voda ta veza manje izražena. Također je vidljivo da je amplituda kolebanja vodostaja na na stanici Kula Norinska višestruko veća od amplitude kolebanja na stanici izvor Prud.

Na Slici 4.42 prikazana su kolebanja satnih razina u periodu između 23.9.2011. i 7.10.2011. gdje su vidljive unutardnevne oscilacije na stanicama što ukazuje na utjecaj plime i oseke na vodostaj. U Tablici 4.22 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u tom periodu.

Tablica 4.22: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i izvor Prud tijekom sušnog razdoblja od 23.9.2011. do 7.10.2011.

Razdoblje:	Sušno (23.9.-7.10.2011.)	
	Kula Norinska	Izvor Prud
Max vodostaj (cm)	84	52
Min vodostaj (cm)	27	49
Ukupna amplituda (cm)	57	3
Najveća dnevna amplituda (cm)	56	3
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	6	6



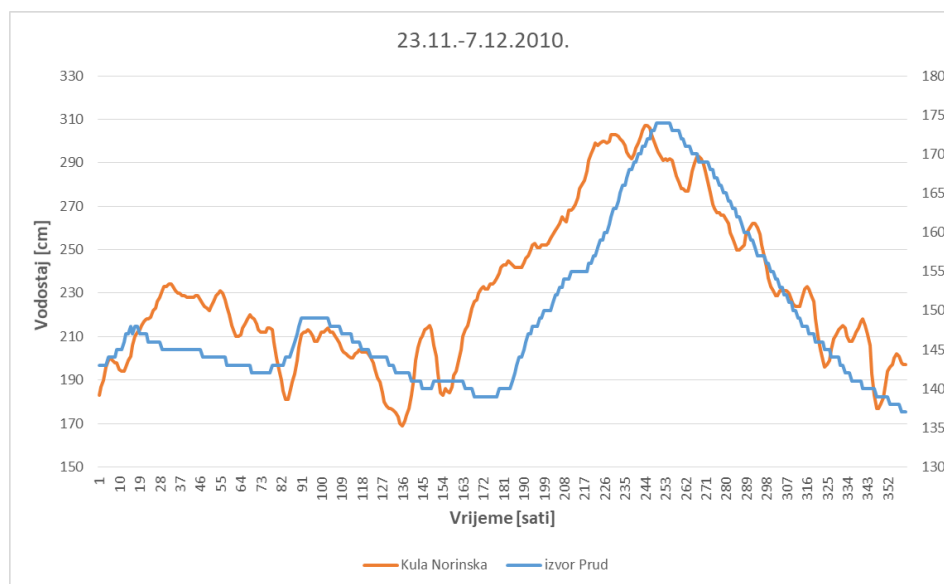
Slika 4.42: Dijagram satnih vrijednosti za stanice izvor Prud i Kula Norinska za sušniji period 2011. godine

Iz dijagrama uočavamo pravilne unutar-dnevne oscilacije na stanici Kula Norinska dok su te oscilacije na stanici izvor Prud manje izražene. Maksimalni vodostaj na stanici Kula Norinska u promatranom periodu iznosio je 84 cm dok je minimalni iznosio 27 cm. Maksimalni vodostaj na stanici izvor Prud u promatranom periodu iznosio je 52 cm dok je minimalni iznosio 49 cm.

U Tablici 4.23 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u vodnom periodu od 23.11.2010. do 7.12.2010. godine, a grafički prikaz kolebanja vidljiv je na Slici 4.43.

Tablica 4.23: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i izvor Prud tijekom vodnog razdoblja od 23.11.2010. do 7.12.2010.

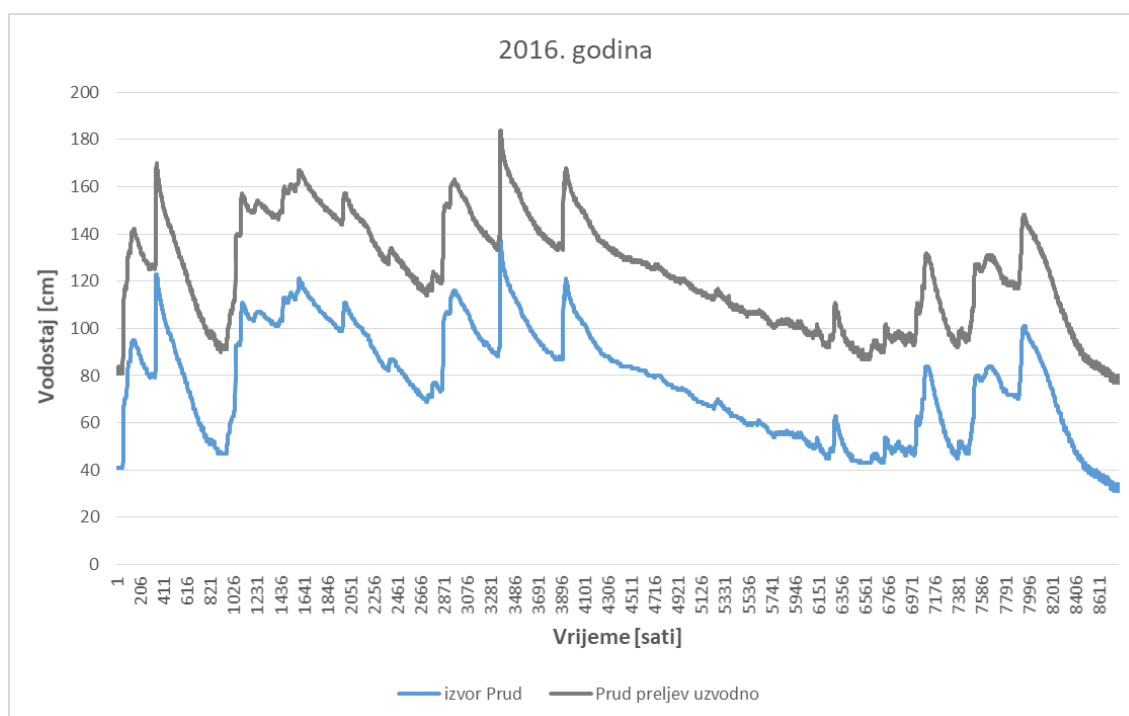
Razdoblje:	Vodno (23.11.-7.12.2010.)	
Postaja	Kula Norinska	Izvor Prud
Max vodostaj (cm)	307	174
Min vodostaj (cm)	169	137
Ukupna amplituda (cm)	138	37
Najveća dnevna amplituda (cm)	44	7
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	7	12



Slika 4.43: Dijagram satnih vrijednosti za stanice izvor Prud i Kula Norinska za vodni period 2010. godine

Iz dijagrama uočavam kako je u slučaju vodnog perioda na stanici izvor Prud nije moguće razabrati pravilne unutar-dnevne oscilacije koje bi potvrdile povezanost vodostaja s morskim mijenama. Kod podataka o vodostajima za vodni period na stanici Kula Norinska unutar-dnevne oscilacije je moguće vidjeti samo u periodima opadanja vodostaja čiji neposredni uzrok ne moraju biti morske mijene već utjecaj utoka u samu Neretvu koja je pak pod neposrednim utjecajem kolebanja razine mora na njenom ušću.

U nastavku slijede usporedbe godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Prud preljev uzvodno za sušnju 2016. godinu (Slika 4.44).

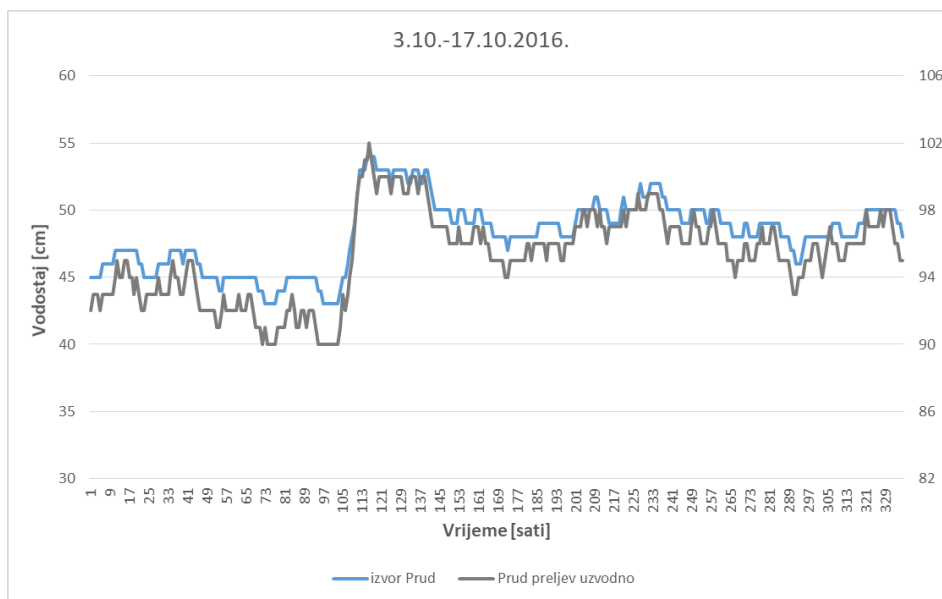


Slika 4.44: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice izvor Prud i Prud preljev uzvodno za 2016. godinu

Iz prikaza satnih podataka o vodostajima za 2016. godinu na stanicama izvor Prud i Prud preljev uzvodno vidljive su brojne oscilacije tijekom godine. Na Slici 4.45 prikazana su kolebanja satnih razina u sušnijem periodu godine između 3.10.2016. i 17.10.2016. gdje su vidljive unutardnevne oscilacije na stanicama što ukazuje na utjecaj plime i oseke na vodostaj. U Tablici 4.24 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u tom periodu.

Tablica 4.24: Kolebanja satnih razina na postajama izvor Prud i Prud preljev uzvodno tijekom sušnijeg razdoblja od 3.10.2016. do 17.10.2016.

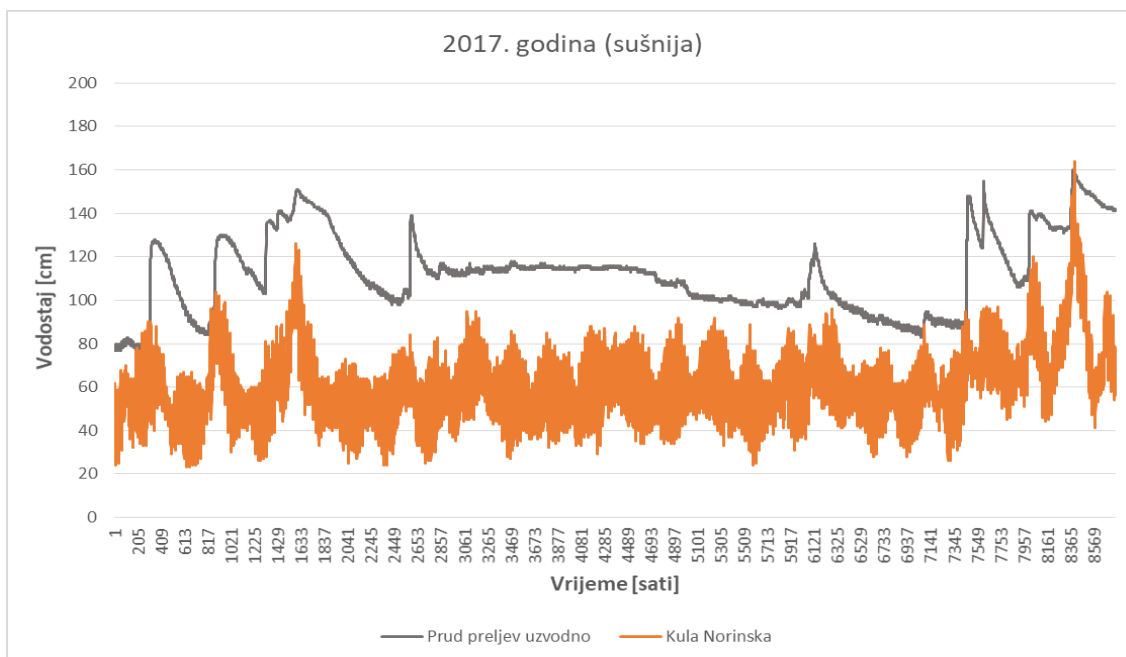
Razdoblje:	Sušnije (3.10.-17.10.2016.)	
	Izvor Prud	Prud preljev uzvodno
Max vodostaj (cm)	54	102
Min vodostaj (cm)	43	90
Ukupna amplituda (cm)	11	12
Najveća dnevna amplituda (cm)	11	10
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	7	7



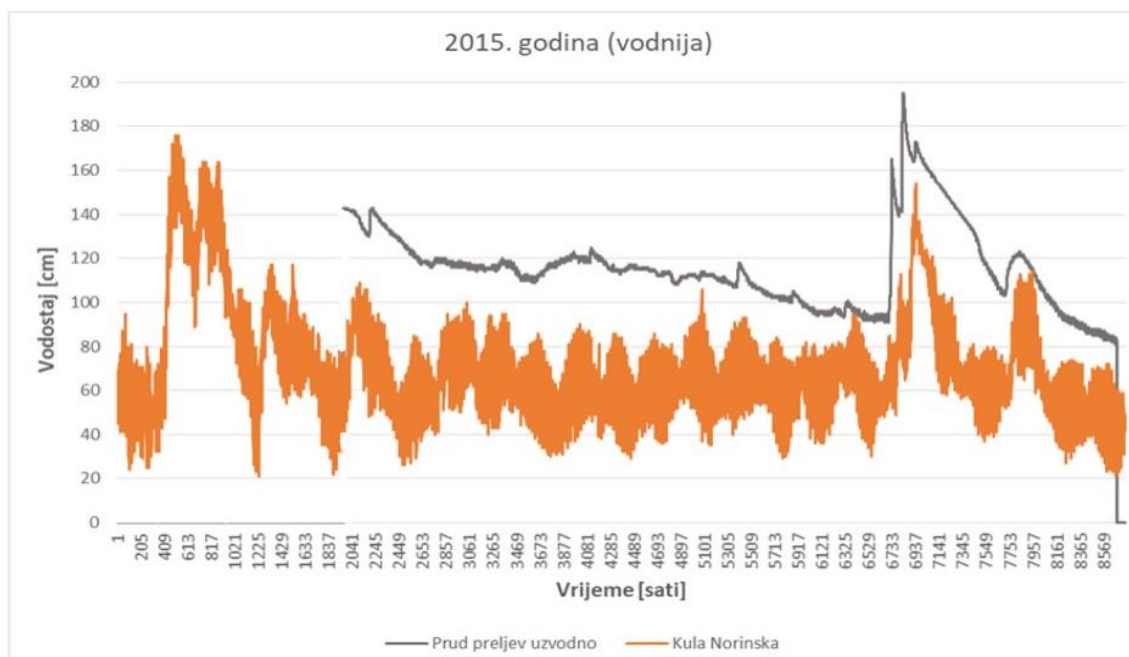
Slika 4.45: Dijagram satnih podataka za stanice izvor Prud i Prud preljev uzvodno za sušnji period 2016. godine

Iz dijagrama uočavamo unutar-dnevne oscilacije na stanicama izvor Prud i Prud preljev uzvodno s prosječnim kašnjenjem oscilacije od 7 sati. Maksimalni vodostaj na stanici izvor Prud u promatranom periodu iznosio je 54 cm dok je minimalni iznosio 43 cm. Maksimalni vodostaj na stanici Prud preljev uzvodno u promatranom periodu iznosio je 102 cm dok je minimalni iznosio 90 cm.

U nastavku slijede usporedbe godišnjih satnih podataka za stanice Kula Norinska i Prud preljev uzvodno za sušnju 2017. godinu (Slika 4.46) te vodniju 2015. godinu (Slika 4.47).



Slika 4.46: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Prud preljev uzvodno i Kula Norinska za sušnju 2017. godinu



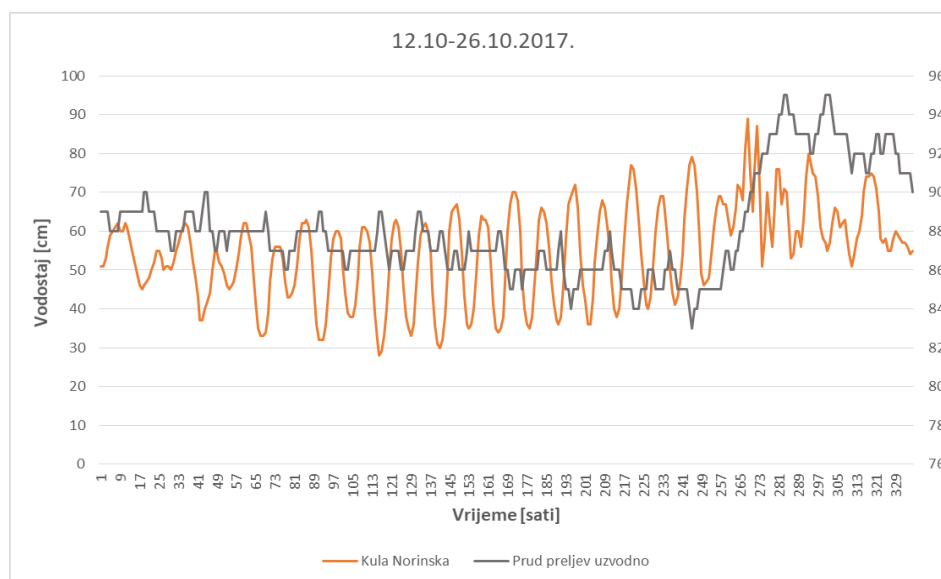
Slika 4.47: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Prud preljev uzvodno i Kula Norinska za vodnju 2015. Godinu

Iz prikaza satnih podataka za sušu 2017. i vodnu 2015. godinu vidljivo je da su vodostaji na stanici Prud preljev uzvodno u izravnoj vezi s vodostajima na stanici Kula Norinska. Također je vidljivo da je amplituda kolebanja vodostaja na na stanici Kula Norinska višestruko veća od amplitude kolebanja na stanici Prud preljev uzvodno.

Na Slici 4.48 prikazana su kolebanja satnih razina u periodu između 12.10.2017. i 26.10.2017. gdje su vidljive unutar-dnevne oscilacije na stanicama što ukazuje na utjecaj plime i oseke na vodostaj. U Tablici 4.25 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u tom periodu.

Tablica 4.25: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i Prud preljev uzvodno tijekom sušnog razdoblja od 12.10.2017. do 26.10.2017.

Razdoblje:	Sušno (12.10.-26.10.2017.)	
Postaja	Kula Norinska	Prud preljev uzvodno
Max vodostaj (cm)	89	95
Min vodostaj (cm)	28	83
Ukupna amplituda (cm)	61	12
Najveća dnevna amplituda (cm)	38	9
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	6	9



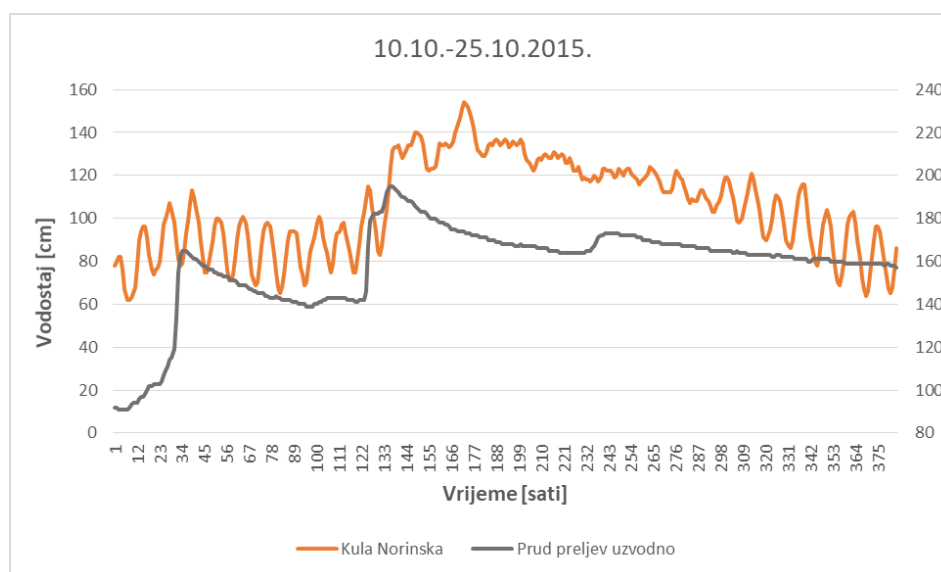
Slika 4.48: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Kula Norinska i Prud preljev uzvodno za sušnji period 2017. godine

Iz dijagrama uočavamo pravilne unutar-dnevne oscilacije na stanici Kula Norinska dok su te oscilacije na stanici Prud preljev uzvodno manje izražene. Maksimalni vodostaj na stanici Kula Norinska u promatranom periodu iznosio je 89 cm dok je minimalni iznosio 28 cm. Maksimalni vodostaj na stanici Prud preljev uzvodno u promatranom periodu iznosio je 95 cm dok je minimalni iznosio 83 cm.

U Tablici 4.26 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u vodnom periodu od 10.10.2015. do 25.10.2015. godine dok su na Slici 4.49 kolebanja grafički prikazana.

Tablica 4.26: Kolebanja satnih razina na postajama Kula Norinska i Prud preljev uzvodno tijekom vodnog razdoblja od 10.10.2015. do 25.10.2015.

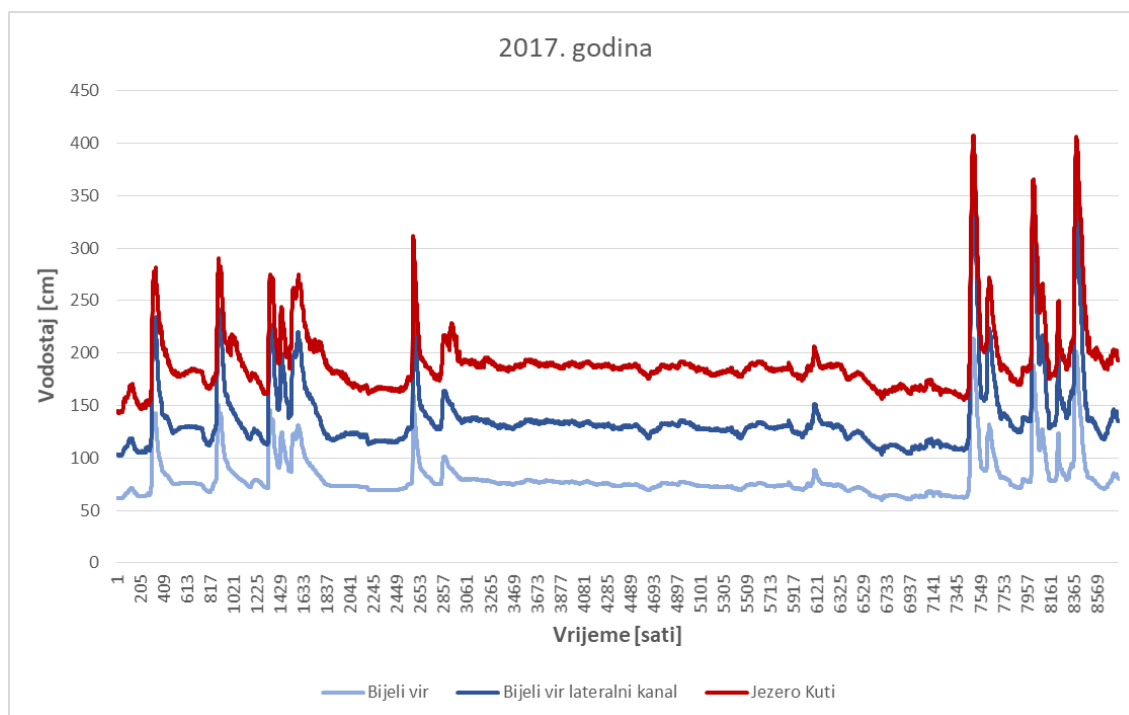
Razdoblje:	Vodno (10.10.-25.10.2015.)	
Postaja	Kula Norinska	Prud preljev uzvodno
Max vodostaj (cm)	152	194
Min vodostaj (cm)	62	91
Ukupna amplituda (cm)	90	103
Najveća dnevna amplituda (cm)	51	52
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	7	15



Slika 4.49: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Kula Norinska i Prud preljev uzvodno za vodniji period 2015. godine

Iz dijagrama uočavam kako je u slučaju vodnog perioda na stanici Prud preljev uzvodno nije moguće razabrati pravilne unutardnevne oscilacije koje bi potvrdile povezanost vodostaja s morskim mijenama. Kod podataka o vodostajima za vodni period 2015. godine na stanici Kula Norinska vrijednosti vodostaja kolebaju oko srednjih godišnjih za tu postaju stoga su uočljive pravilne unutardnevne oscilacije koje ukazuju na povezanost s morskim mijenama.

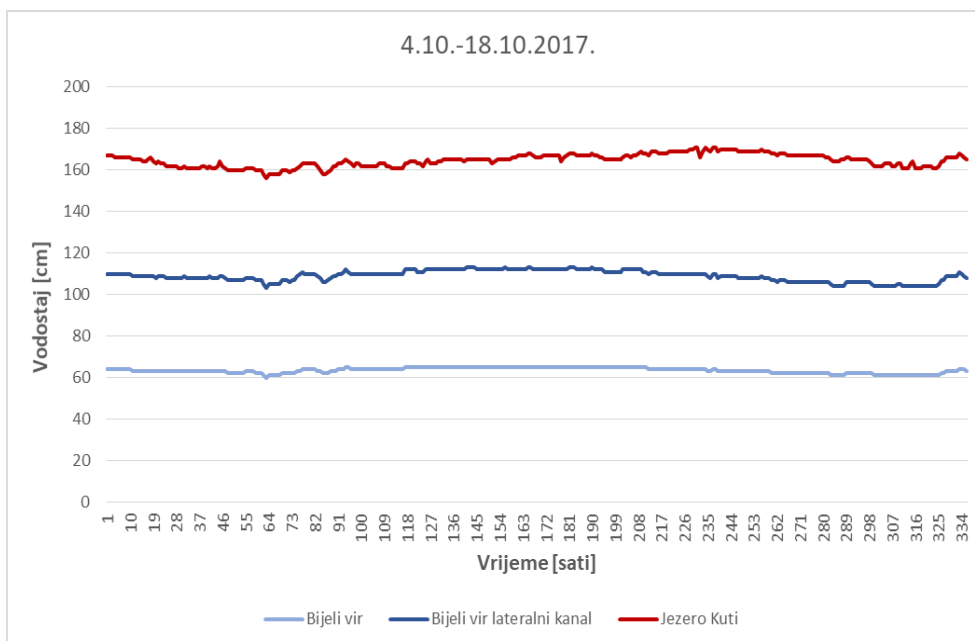
U nastavku slijede usporedbe godišnjih satnih podataka za stanice Bijeli vir, Bijeli vir, lateralni kanal i Jezero Kuti za 2017. godinu (Slika 4.50).



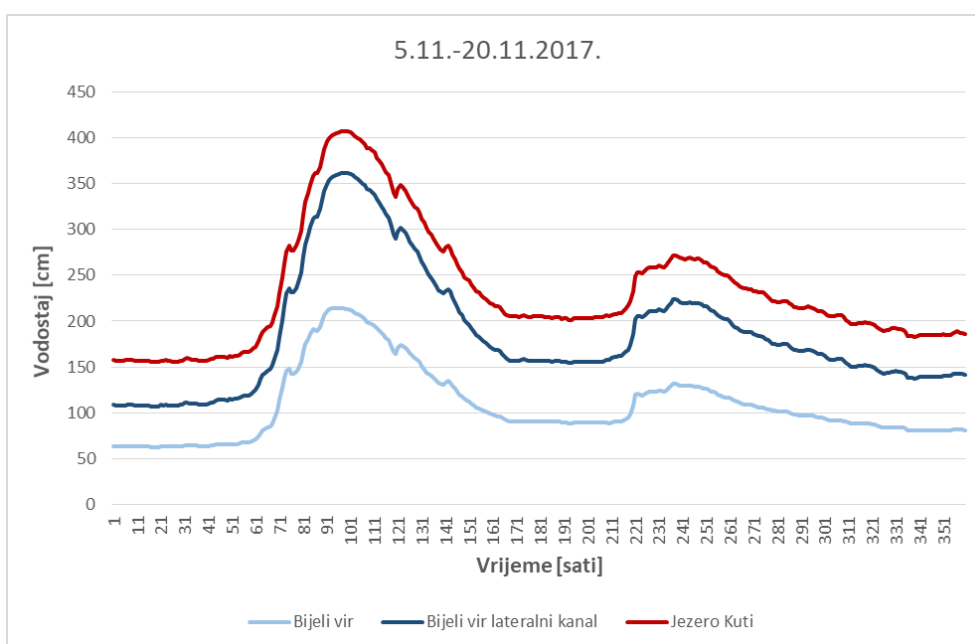
Slika 4.50: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Bijeli vir, Bijeli vir lateralni kanal i Jezero Kuti za 2017. godinu

Iz prikaza satnih podataka o vodostajima za 2017. godinu na stanicama Bijeli vir, Bijeli vir, lateralni kanal i Jezero Kuti vidljive su brojne oscilacije tijekom godine, posebno početkom i krajem godine što ukazuje na međuovisnost vodostaja tih stanica. Amplitude kolebanja vodostaja gotovo su jednake na svim postajama.

Na Slici 4.51 prikazana su kolebanja satnih razina u sušnijem periodu godine između 4.10.2017. i 18.10.2017. te na Slici 4.52 kolebanja satnih razina u vodnijem periodu godine između 5.11.2017. i 20.11.2017..



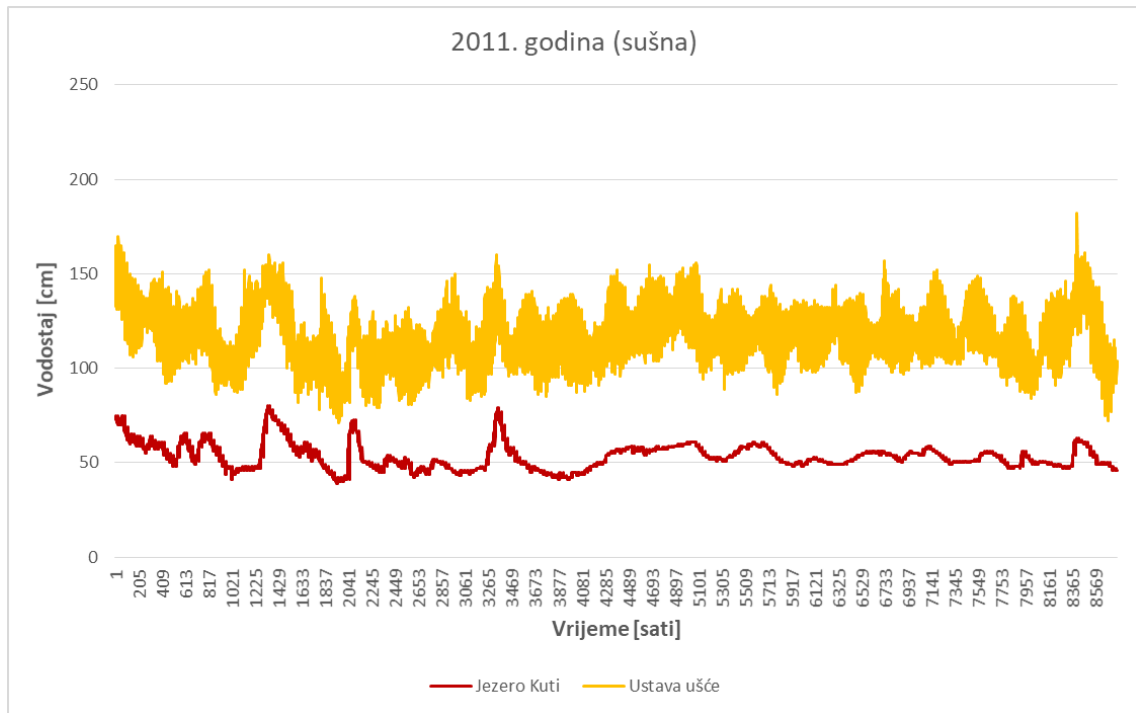
Slika 4.51: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Bijeli vir, Bijeli vir, lateralni kanal i Jezero Kuti za sušnji period 2017. godine



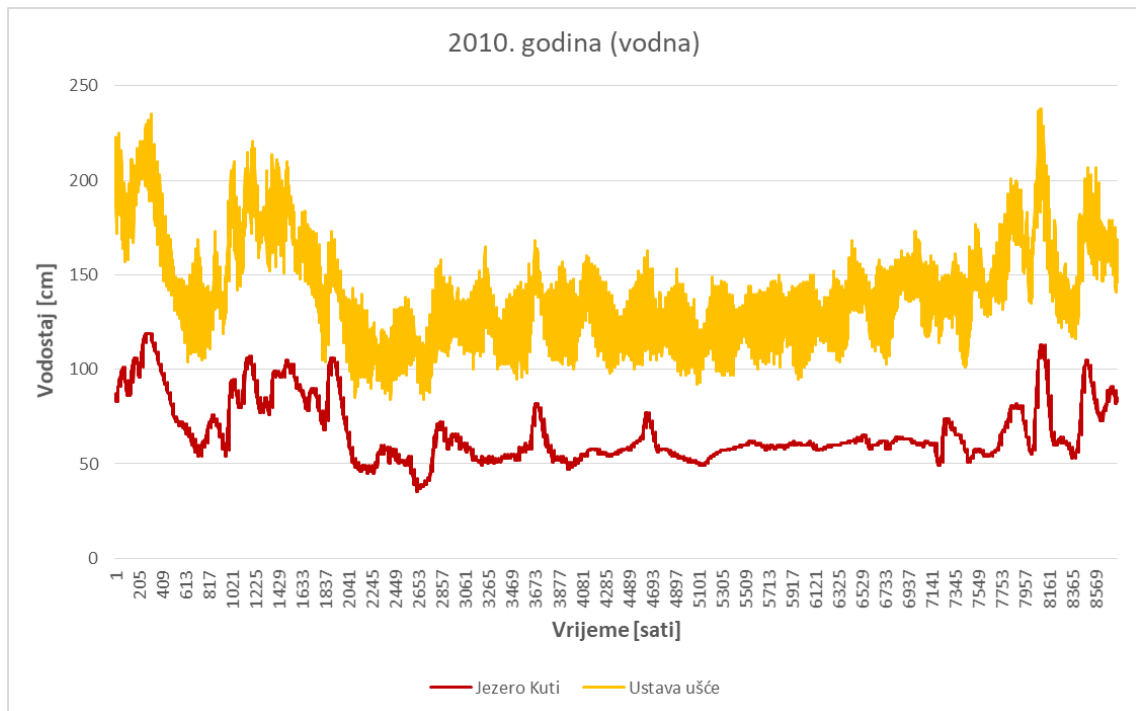
Slika 4.52: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Bijeli vir, Bijeli vir, lateralni kanal i Jezero Kuti za vodniji period 2017. godine

Iz prikaza satnih vrijednosti za odabrana sušna i vodna razdoblja nije moguće uočiti izraženija unutardnevna kolebanja te odrediti povezanost vodostaja s kretanjem morskih mijena.

U nastavku slijede usporedbe godišnjih satnih podataka za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za sušnju 2011. godinu (Slika 4.53) te vodniju 2010. godinu (Slika 4.54).



Slika 4.53: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za sušnu 2011. godinu



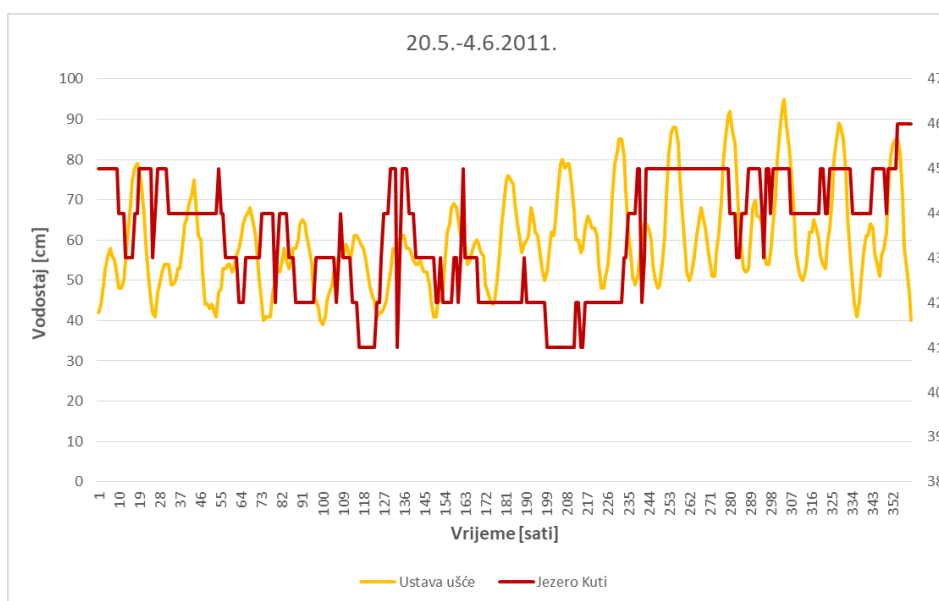
Slika 4.54: Dijagram godišnjih satnih podataka za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za vodnu 2010. godinu

Iz prikaza satnih podataka za sušnu 2011. i vodnu 2010. godinu vidljivo je da su vodostaji na ušću rijeke Neretve i jezeru Kuti povezani. Također je vidljivo da je amplituda kolebanja vodostaja na jezeru Kuti višestruko manja od amplitude kolebanja na ušću.

Na Slici 4.55 prikazana su kolebanja satnih razina u periodu između 20.5.2011. i 4.6.2011. gdje su jasnije vidljive unutardnevne oscilacije na stanicama što ukazuje na utjecaj plime i oseke na vodostaj jezera Kuti. U Tablici 4.27 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u tom periodu.

Tablica 4.27: Kolebanja satnih razina na postajama Jezero Kuti i Ustava ušće tijekom sušnog razdoblja od 20.5.2011. do 4.6.2011.

Razdoblje:	Sušno (20.5.-4.6.2011.)	
Postaja	Jezero Kuti	Ustava ušće
Max vodostaj (cm)	46	95
Min vodostaj (cm)	41	39
Ukupna amplituda (cm)	5	56
Najveća dnevna amplituda (cm)	5	47
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	7	6



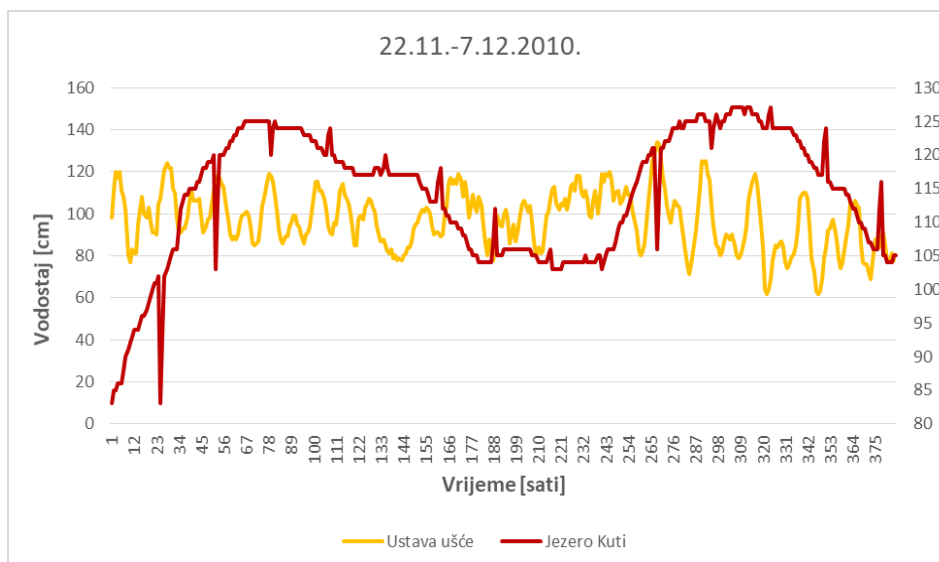
Slika 4.55: Dijagram satnih vrijednosti za stаницe Jezero Kuti i Ustava ušće za sušni period 2011. godine

Iz dijagrama uočavamo unutar-dnevne oscilacije na stanici Ustava ušće koje se na pojedinim mjestima mogu povezati s oscilacijama na jezeru Kuti. Maksimalni vodostaj na stanici Ustava ušće u promatranom periodu iznosio je 95 cm dok je minimalni iznosio 39 cm. Maksimalni vodostaj na stanici Jezero Kuti uzvodno u promatranom periodu iznosio je 46 cm dok je minimalni iznosio 41 cm.

U Tablici 4.28 prikazane su vrijednosti kolebnja satnih razina u vodnom periodu od 22.11.2010. do 7.12.2010. godine dok su na Slici 4.56 kolebanja grafički prikazana.

Tablica 4.28: Kolebanja satnih razina na postajama Jezero Kuti i Ustava ušće tijekom vodnog razdoblja od 22.11.2010. do 7.12.2010.

Razdoblje:	Vodno (22.11.-7.12.2010.)	
Postaja	Jezero Kuti	Ustava ušće
Max vodostaj (cm)	127	133
Min vodostaj (cm)	83	62
Ukupna amplituda (cm)	44	71
Najveća dnevna amplituda (cm)	19	62
Vremensko kašnjenje vrha oscilacije (sati)	10	6



Slika 4.56: Dijagram satnih vrijednosti za stanice Jezero Kuti i Ustava ušće za vodni period 2010. godine

Iz dijagrama uočavamo kako u slučaju vodnog perioda na stanici Jezero Kuti nije moguće razabrati unutar-dnevne oscilacije koje bi potvrdile povezanost vodostaja s morskim mijenama. Također, vidljivi su kratkotrajni pikovi povećanja i smanjenja razine vode koji su vjerojatno posljedica loše registracije instrumenta.

5. ZAKLJUČAK

Nakon provedenih analiza i obrada podataka, može se zaključiti da Neretva, kao i kolebanja razine mora, imaju velik utjecaj na kolebanja razine vode i s njom vezanih vodnih pojava, izuzev izvora Prud, Bijelog Vira i jezera Kutu. Iz analize trendova vodostaja pokazalo se da samo izvor Prud i Bijeli Vir pokazuju trend opadanja srednjih godišnjih vodostaja dok je na svim ostalim analiziranim lokalitetima uočen trend porasta vodostaja, razlog čega je utjecaj klimatskih promjena i regulacije otjecanja u gornjim dijelovima sliva. Tijekom sušnog perioda godine zbog opadanja vodostaja, Neretva dolazi pod utjecaj mora, posebno za vrijeme plime što uzrokuje zaslanjenje Neretve.

Analizom koncentracije klorida na postajama Neretva, Metković, Norin, izvorište Prud, Norin, Kula Norinska i Jezero Kutu utvrđeno je povećanje koncentracije klorida tijekom posljednjih godina. Varijacije koncentracije klorida najviše su izražene na samoj Neretvi te variraju od 4,4 mg/l do 433,0 mg/l.

Analizom temperatura vode vidljiv je trend porasta temperatura vode rijeke Neretve dok zabilježene temperature u promatranom razdoblju variraju od 0,0°C do 26,0°C. S druge strane, zabilježene temperature vode na izvoru Prud variraju od 10,9°C do 13,0°C. Male varijacije temperatura karakteristične su za izvore, posebno ako se prihranjuju iz dubokih i rasprostranjenih krških vodonosnika.

Iz analize satnih godišnjih podataka o vodostaju vidljivo je da vodostaji na hidrološkim stanicama donjeg toka Neretve ovise o uzvodnom dotoku i nizvodnom kolebanju razine mora što je najviše izraženo na stanicama Kula Norinska i Neretva, Metković. Također je uočena veza između kolebanja mora i vodostaja na jezeru Kutu.

Literatura

- [1] Ecoplan, Elektroprojekt, The Hutovo Blato Nature Park management plan, Mostar, Zagreb, 2014.
- [2] Hrvatske Vode, Projektni zadatak „Izrada studijske dokumentacije za pripremu projekta zaštite od poplava na slivu donje Neretve iz EU fondova“, Zagreb, 2013.
- [3] Vranješ M., Prskalo M., Džeba T., Hidrologija i hidrogeologija sliva Neretve i Trebišnjice, GF Mostar, 2013.
- [4] Hrvatske vode, Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj, Zagreb, 2009.
- [5] Petričec M., Ričković V., Hidrološka obrada malih voda sliva Neretve sa slivnim područjem Baćinskih jezera i Imotskog polja, Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Zagreb, 2007.
- [6] Rubinić J., Hidrologija sliva izvora Prud za potrebe izrade zaštitnih zona, Rijeka, 2019.
- [7] Hrvatske Vode, Projektni zadatak „Mjerenje izdašnosti izvorišta Modro oko“, Split, 2019.
- [8] Banfić J., Diplomski rad „Mineraloške i geokemijske znančajke tala u okolini jezera Kuti“, RGN fakultet, Zagreb, 2016.