

Analiza vodnog režima rijeke Krke

Grgić, Ivana

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2022

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:157:222226>

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**

Ivana Grgić

Analiza vodnog režima rijeke Krke

Diplomski rad

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Specijalistički diplomski stručni studij
Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi**

**Ivana Grgić
JMBAG: 0303057801**

Analiza vodnog režima rijeke Krke

Diplomski rad

Rijeka, srpanj 2022.

Rijeka, 29. lipnja 2022.

Sveučilište - iz **Sveučilište u Rijeci**
Upisnika:
Predmet: **Prirodne osnove vodnih pojava u priobalju**
Grana: **2.05.03 hidrotehnika**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 2064

Pristupnik: **Ivana Grgić (0303057801)**
Studij: Građevinarstvo; smjer: Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi

Zadatak: **Analiza vodnog režima rijeke Krke**

Opis zadatka:

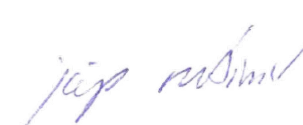
U radu je potrebno:

- Opisati opće značajke sliva rijeke Krke i njenih pritoka na području NP Krka
- Provesti osnovnu obradu raspoloživih podataka o vodostajima i protocima na postajama Skradinski buk I Roški slap na Krki te Ključice na Čikoli (nadopunjavanje nizova nedostajajućih podataka, karakteristični mjesečni i godišnji pokazatelji, vjerojatnosti pojave, unutargodišnja raspodjela, analize trendova, učestalosti i trajnosti dnevnih protoka)
- Provesti usporedbu hidroloških međudnosa na analiziranim postajama te doprinos Čikole u odnosu na glavni tok rijeke Krke

Zadatak uručen pristupniku: 1. ožujka 2022.
Rok za predaju rada: 30. lipnja 2022.

Mentor:

mentor:


Izv. prof. dr. sc. Josip Rubinić

IZJAVA

Diplomski rad izradila sam 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.

Ivana Grgić

U Rijeci, 1.7.2022.

IZJAVA

Diplomski rad izrađen je u sklopu znanstvenog projekta “Procjene utjecaja klimatskih promjena na hidrološku stabilnost zaštićenih jezerskih sustava u krškom području Hrvatske” (voditelj izv.prof. Josip Rubinić), koji se realizira uz potporu Sveučilišta u Rijeci (broj potpore; uniri-technic-18-298).

U Rijeci. 1.7.2022.

ZAHVALA

Ovim putem želim se zahvaliti svom mentoru izv.prof. Josipu Rubiniću koji mi je uvelike pomogao pri izradi diplomskog rada svojim nesebičnim ponašanjem te kontinuiranom komunikacijom.

Hvala i mojoj obitelji i dečku koji su mi omogućili studiranje te uvijek bili podrška i ohrabrenje te zajedno sa mnom prolazili i kroz teške dane.

Također, hvala svim mojim prijateljima i kolegama s kojima sam provela svoje studiranje i studentski život te stekla nova prijateljstva.

SAŽETAK

Ovim radom opisana je rijeka Krka te njezin karakteristični vodni režim, kao i ostale hidrogeološke karakteristike. Rijeka Krka predstavlja prirodni fenomen čiji se veći tok nalazi na području NP Krka. Poznata je po iznimnim slapovima nastali na sedrenim barijerama od kojih su najpoznatiji Skradinski Buk te Roški Slap. U radu su obrađene hidrološke postaje Skradinski Buk Gornji, Roški Slap te Ključice koje se nalaze na području Visovačkog jezera, prirodno jezero nastalo ujezerenjem na rijeci Krki kao rezultat rasta sedrenih barijera. U radu su korišteni raspoloživi dnevni, mjesečni te godišnji podatci po postajama putem kojih je provedena analiza o mjesečnim i godišnjim protocima rijeke Krke koji se odnose na spomenute promatrane hidrološke postaje. Analizom su obuhvaćena područja kao što su korelacijska analiza, osnovna statistička analiza mjesečnih i godišnjih nizova podataka koja podrazumijeva srednje vrijednosti godišnjih nizova te unutargodišnju raspodjelu, hod i trend karakterističnih vrijednosti vjerojatnost pojave maksimalnih vrijednosti prema Gumbelu, krivulje učestalosti i trajanja koji su popraćeni i grafičkim priložima.

Ključne riječi: rijeka Krka, prirodni fenomen, vodni režim, Visovačko jezero, protoci, statička analiza

ABSTRACT

This paper describes the Krka River and its characteristic water regime, as well as other hydrogeological characteristics. The Krka River is a natural phenomenon which to a large extent flows through the Krka National Park. It is known for its exceptional waterfalls formed on travertine barriers, the most famous of which are Skradinski Buk and Roški Slap. The paper deals with the hydrological stations Skradinski Buk Gornji, Roški Slap and Ključice located in the area of Visovačko Lake, a natural lake created on the Krka River as a result of the growth of travertine barriers. The paper used the available daily, monthly and annual data by stations through which the analysis of monthly and annual flows of the Krka River related to the mentioned observed hydrological stations was performed. The analysis covers areas such as correlation analysis, basic statistical analysis of monthly and annual data sets, which includes the mean values of annual series and intra-annual distribution, course and trend of characteristic values, the probability of occurrence of maximum values according to Gumbel and frequency and duration curves, supported by graphic annexes.

Key words: river Krka, natural phenomenon, water regime, Visovac Lake, flows, static analysis

SADRŽAJ:

1.	UVOD.....	1
2.	VODNE POJAVE U SLIVU NP KRKA.....	2
2.1.	Geološke značajke.....	4
2.2.	Opis analiziranog područja Visovačko jezero.....	8
2.3.	Batimerijska, psalmološka i morfološka ispitivanja na području Visovačkog jezera.....	10
2.4.	Pritoke Čikola i Krka.....	15
3.	RASPOLOŽIVI PODATCI.....	17
3.1.	Hidrološke postaje.....	19
4.	METODOLOGIJA OBRADA.....	22
4.1.	Osnovna statistička analiza.....	22
4.2.	Hod karakterističnih vrijednosti i njihov trend.....	23
4.3.	Vjerojatnost pojave.....	24
4.4.	Učestalost i trajnost pojave.....	25
4.5.	Korelacijska analiza.....	25
5.	REZULTATI PROVEDENIH ANALIZA.....	27
5.1.	Analiza mjesečnih i godišnjih podataka.....	27
5.1.1.	Korelacijska analiza.....	27
5.1.2.	Statistička analiza.....	28
5.1.3.	Hod karakterističnih godišnjih vrijednosti i njihov trend za hidrološku postaju Skradinski Buk.....	34
5.1.4.	Vjerojatnost pojave maksimalnih i minimalnih vrijednosti godišnjih količina protoka.....	35
5.1.5.	Vjerojatnost pojave maksimalnih i minimalnih vrijednosti godišnjih količina protoka na promatranim postajama.....	39
5.2.	Analiza dnevnih protoka.....	44
5.2.1.	Krivulje učestalosti i trajanja za hidrološku postaju Skradinski Buk.....	44
5.2.2.	Krivulje učestalosti i trajanja za promatrane hidrološke postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice.....	45
6.	ZAKLJUČAK.....	48
	LITERATURA:.....	49

POPIS SLIKA:

Slika 2.1.: Geografski prikaz položaja NP Krke na karti RH (https://www.paradiso.camp/hr/okruzenje/nacionalniparkovi/).....	3
Slika 2.2.: Položaj slapova i jezera unutar NP Krke (https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-the-investigated-Krka-River-area-with-sampling-sites_fig1_267386774).....	3
Slika 2.3.: Skradinski Buk (shorturl.at/qwUV7).....	4
Slika 2.4.: Hidrogeološki prikaz područja rijeke Krke (preuzeto iz Kapelj, 2020.).....	5
Slika 2.5.: Hidrogeološke značajke stijena (preuzeto iz Kapelj, 2020.).....	5
Slika 2.6.: Geološka karta šireg porječja Krke (preuzeto iz Kapelj, 2020.).....	7
Slika 2.7.: Viskovačko jezero (https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero/).....	8
Slika 2.8.: Otok Viskovac (https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero/).....	9
Slika 2.9.: Satelitski prikaz situacije Visovačkog jezera i vodomjerne postaje Skradinski Buk Gornji (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.).....	11
Slika 2.10.: DTM modela Visovačkog jezera (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.).....	12
Slika 2.11.: Prikaz modela s debljinama mulja i klasifikacijom dna (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.).....	13
Slika 2.12.: Prikaz sjevernog dijela jezera s naznačenim umjetnim građevinama (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.).....	14
Slika 2.13.: Prikaz južnog dijela jezera s naznačenim umjetnim građevinama (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.).....	14
Slika 3.1.: Geografski položaj Visovačkog jezera te hidroloških postaja Roški slap, Ključice i Skradinski buk Gornji (Izvor: Google Maps).....	17
Slika 3.2.: Situacijski prikaz slapa Skradinski buk (Bonacci i dr., 2016.).....	20
Slika 5.1.: Grafički prikaz nadopune nepoznate vrijednosti putem korelacijske analize	28
Slika 5.2.: Dijagram korelacijske veze za mjesec siječanj.....	28

<i>Slika 5.3.: Grafički prikaz srednjih vrijednosti godišnjih nizova postaja Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice u periodu 1947.-2020.godine.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 5.4.: Unutargodišnja raspodjela za mjesečne i godišnje minimume protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 5.5.: Unutargodišnja raspodjela za mjesečne i godišnje srednjake protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 5.6.: Unutargodišnja raspodjela za mjesečne i godišnje maksimume protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 5.7.: Hod i trend godišnjih minimuma protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020.godine.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 5.8.: Hod i trend godišnjih srednjaka protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.- 2020. godine.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 5.9.: Hod i trend godišnjih maksimuma protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 5.10.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja prosječnih minimalnih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za razdoblje 1947.-2020.g.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 5.11.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za razdoblje 1947.- 2020. g.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 5.12.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za razdoblje 1947.-2020.g.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 5.13.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja maksimalnih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za razdoblje 1947.-2020.g.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 5.14.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja minimalnih prosječnih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice.....</i>	<i>41</i>
<i>Slika 5.15.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice.....</i>	<i>41</i>
<i>Slika 5.16.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice.....</i>	<i>43</i>

Slika 5.17.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja maksimalnih prosječnih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice.....43

Slika 5.18.: Grafički prikaz krivulje trajnosti za karakteristične srednje dnevne protoke za promatrano razdoblje 1947.-2020.....45

Slika 5.19.: Grafički prikaz usporedbe krivulja trajanja srednjih dnevnih protoka za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice unutar promatranog razdoblja (2010. -2020. g.).....47

POPIS TABLICA

<i>Tablica 2.1.: Karakteristične značajke Visovačkog jezera (Izvor: Vodoprivredniprojekt, 2021.)</i> ...	10
<i>Tablica 2.2.: Trajanje vodostaja na vodomjernoj postaji Skradinski Buk Gornji (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.)</i>	11
<i>Tablica 3.1.: Pregled raspoloživih podataka na hidrološkim postajama Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice za promatranim period 1947. – 2020.g. (Izvor: autor)</i>	18
<i>Tablica 3.2.: Pregled raspoloživih podataka na hidrološkim postajama Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice za promatranim period 1947. – 2020.g. (Izvor: autor) – nastavak</i>	19
<i>Tablica 5.1.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za minimalne mjesečne i godišnje protoke - Skradinski Buk</i>	29
<i>Tablica 5.2.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za srednje mjesečne i godišnje protoke - Skradinski Buk</i>	29
<i>Tablica 5.3.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za maksimalne mjesečne i godišnje protoke - Skradinski Buk</i>	29
<i>Tablica 5.4.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za minimalne mjesečne i godišnje protoke - Roški slap</i>	30
<i>Tablica 5.5.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za srednje mjesečne i godišnje protoke - Roški Slap</i>	30
<i>Tablica 5.6.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za maksimalne mjesečne i godišnje protoke - Roški Slap</i>	30
<i>Tablica 5.7.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za minimalne mjesečne i godišnje protoke – Ključice</i>	31
<i>Tablica 5.8.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za srednje mjesečne i godišnje protoke – Ključice</i>	31
<i>Tablica 5.9.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za maksimalne mjesečne i godišnje protoke – Ključice</i>	31

<i>Tablica 5.10.: Prikaz srednjih vrijednosti za hidrološke postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice po mjesecima kao i udio vodne bilance Čikole u ukupnim protocima Krke.....</i>	<i>32</i>
<i>Tablica 5.11.: Gumbelova raspodjela vjerojatnosti pojavljivanja minimalnih i srednjih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti.....</i>	<i>36</i>
<i>Tablica 5.12.: Vjerojatnost pojavljivanja maksimalnih i srednjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti.....</i>	<i>38</i>
<i>Tablica 5.13.: Usporedni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja minimalnih i srednjih godišnjih protoka u smjeru minimuma za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice.....</i>	<i>40</i>
<i>Tablica 5.14.: Usporedni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih i maksimalnih godišnjih protoka u smjeru najvećoh vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice.....</i>	<i>42</i>
<i>Tablica 5.15.: Prikaz trajnosti karakterističnih srednjih dnevnih protoka za promatrano razdoblje 1947.-2020.g.....</i>	<i>44</i>
<i>Tablica 5.16.: Usporedni prikaz trajnosti između promatranih postaja Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice unutar promatranog razdoblja.....</i>	<i>46</i>

1. UVOD

Među prirodnim ljepotama u Hrvatskoj ističe se NP Krka koji je prepoznat po raznovrsnim slapovima i jezerima. Ime je dobio po najvećoj rijeci koja je prolazi samim parkom. Najveći dio toka same rijeke Krke obuhvaća nacionalni park, točnije donji i srednji tok, dok je najdonji dio toka zapravo potopljeno ušće Krke koje formira Šibenski kanal. Rijeka Krka sastoji se od 7 sedrenih slapova, a poznata je po ljepoti prirodnog krškog reljefa. Zanimljivost rijeke Krke da površinski teče iznad razine kolebanja temeljnih krških podzemnih, nema većih vodenih gubitaka u podzemlju te prirodno nikad ne presušuje. Rijeka Krka primjer je idealnog spoja prirodnih fenomena. Obzirom na bogatstvu prirodne vode, koristi se i za vodoopskrbu okolnih gradova, navodnjavanja te proizvodnju električne energije. Upravo na ovoj rijeci izgrađena je druga svjetska najstarija hidroelektrana te prva u području Europe. Izvor rijeke Krke smjestio se u dnu planine Dinare u blizini Knina, iz vrela u pećini podno brda Krševca. Sastoji se od tri kontinuirana izvora, a to su Glavni izvor, Mali izvor i Treći izvor. Treći izvor čini 3-5% ukupnih voda izvora Krke, Mali izvor između 10-15% te najizdašniji Glavni izvor s čak 80-95% ukupnih voda izvora Krke (NP „Krka: <http://np-krka.hr/stranice/kako-je-sve-pocelo-izvor/513.html>).

Najveći dio rada posvećen je analiziranju vodnog režima rijeke Krke, odnosno obrađene su promatrane hidrološke postaje Skradinski Buk Gornji, Roški Slap te Ključice. Postaje Skradinski Buk Gornji te Roški Slap nalaze se na vodotoku Krke, dok se postaja Ključice nalazi na vodotoku Čikole. U radu su korišteni dostupni raspoloživi podatci koji se odnose na protoke u razdoblju 1947.- 2020. godine. Nedostajući podatci nadopunjeni su pomoću korelacijske analize putem drugih dostupnih stanica, koja je detaljnije opisana u metodologiji obrade. Lijeva te najveća pritoka rijeke Krke je rijeka Čikola. Vodostaj rijeke Čikole je veoma promjenjiv, u zimskom periodu obiluje vodom, a ljeti je vodostaj izrazito nizak zbog jakih suša i navodnjavanja okolnih zemljišta srednjeg toka, a često i presuši.

U radu je detaljnije obrađeno i Visovačko jezero na čijem se utjecajnom području nalaze promatrane postaje. Visovačko jezero je drugo najveće jezero u Dalmaciji, dok s druge strane zauzima prvo mjesto po obujmu. Na Visovačkom jezeru nalaze se dva najpoznatija slapa NP Krke: Skradinski Buk te Roški Slap. Radom je prikazano i ispitivanje provedeno na Visovačkom jezeru a odnosi se na batimetrijske, psalmološke i morfološke karakteristike samog jezera.

2. VODNE POJAVE U SLIVU NP KRKA

Nacionalni park Krka prirodni je fenomen poznat po ljepoti slapova i jezera koji ga krase te bogatoj kulturno-povijesnoj baštini unutar samog područja. Jedan je od najpoznatijih turističkih odredišta što se tiče jadranskih rijeka zahvaljujući prirodnom fenomenu krškog reljefa. Utemeljen je 24. siječnja 1985. godine te tako postao sedmi nacionalni park u Hrvatskoj. Samo ime nacionalnog parka nastalo je upravo po najvećoj rijeci koja se proteže unutar Nacionalnog parka. Nalazi se unutar dalmatinskog zaleđa, na području šibensko-kninske županije (*Slika 2.1.*). Površinom se proteže preko 109 km² te pokriva najvećim dijelom rijeku Krku te donji tok rijeke Čikole. Dužina rijeke Krke, zajedno sa potopljenim ušće, je oko sedamdeset tri kilometra. Slatkovodni dio rijeke čini oko pedeset kilometara dužine, a boćati oko dvadeset kilometara dužine. Svojom dužinom nalazi se na 22. mjestu prema rijekama u Hrvatskoj. Na rijeci Krki smjestilo se sedam sedrenih slapova koji oduševljavaju svojim prirodnim krškim reljefom. Krka izvire nedaleko od grada Knina, točnije ispod vodopada Krčić te teče Kninskim poljem. Glavne i najpoznatije pritoke Krke su rijeka Čikola i Zrmanja (Zelić, 2017.).

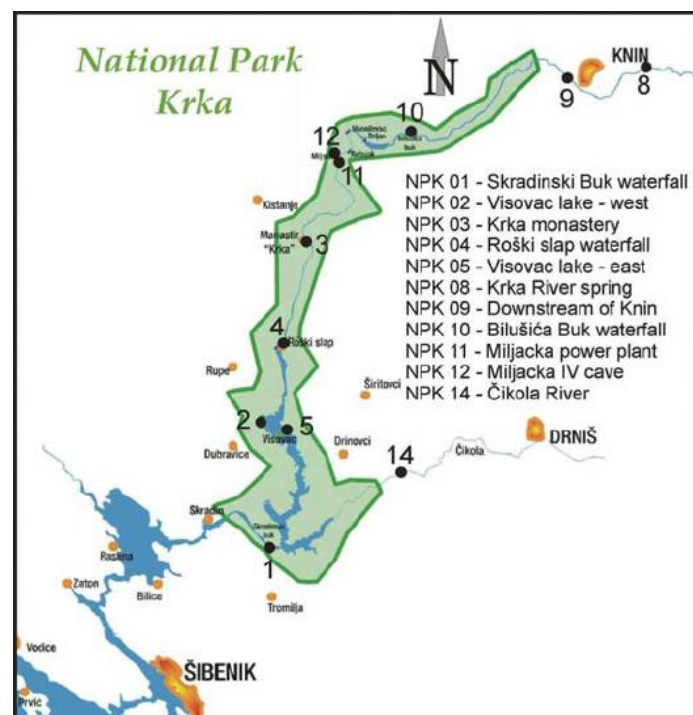
Rijeka Krka predstavlja specifičan primjer rijeke jadranskog sliva koja dijelom prolazi kroz kršnu podlogu, zatim kroz kanjone, te dijelom kroz zelena polja unutar krša. Također, posebnost Krke proizlazi iz njenog toka koji dijelom oponaša viseću rijeku, odnosno svojom površinom teče iznad temeljnih krških podzemnih voda. Zanimljivo je kako nema značajnijih gubitaka vode u podzemlju te prirodno rijetko presuši. Velika posebnost je u ušću koji je potopljen pa tako čini mješavinu slatke i slane vode koja se naziva boćata voda. Estuarij Krke dugačak je 23,5 a krase ga bogatstvo školjaka, slatkovodne te morske ribe (Zelić, 2017.).

Kao rezultat sedrenih barijera nastali su neki od najljepših slapova kao što je Skradinski buk, jedan od najpoznatiji slapova unutar NP, koji je ujedno i najduže slapište u Europi. Ukupno pet pritoka ulijeva se u slatkovodni dio toka: Krčić (10,5 kilometara), Kosovčica (12,5 kilometara), Orašnica (5,3 kilometara), Butišnica (39 kilometara) te Čikola s Vrbom (37,8 kilometara), te zadnja Guduča (7 kilometara). Obzirom na bogatstvu prirodne vode, koristi se i za vodoopskrbu okolnih gradova, navodnavanja te proizvodnju električne energije. Upravo na ovoj rijeci izgrađena je druga svjetska najstarija hidroelektrana te prva

u području Europe (web izvor: <http://np-krka.hr/stranice/kako-je-sve-pocelo-pritoci/515.html>).



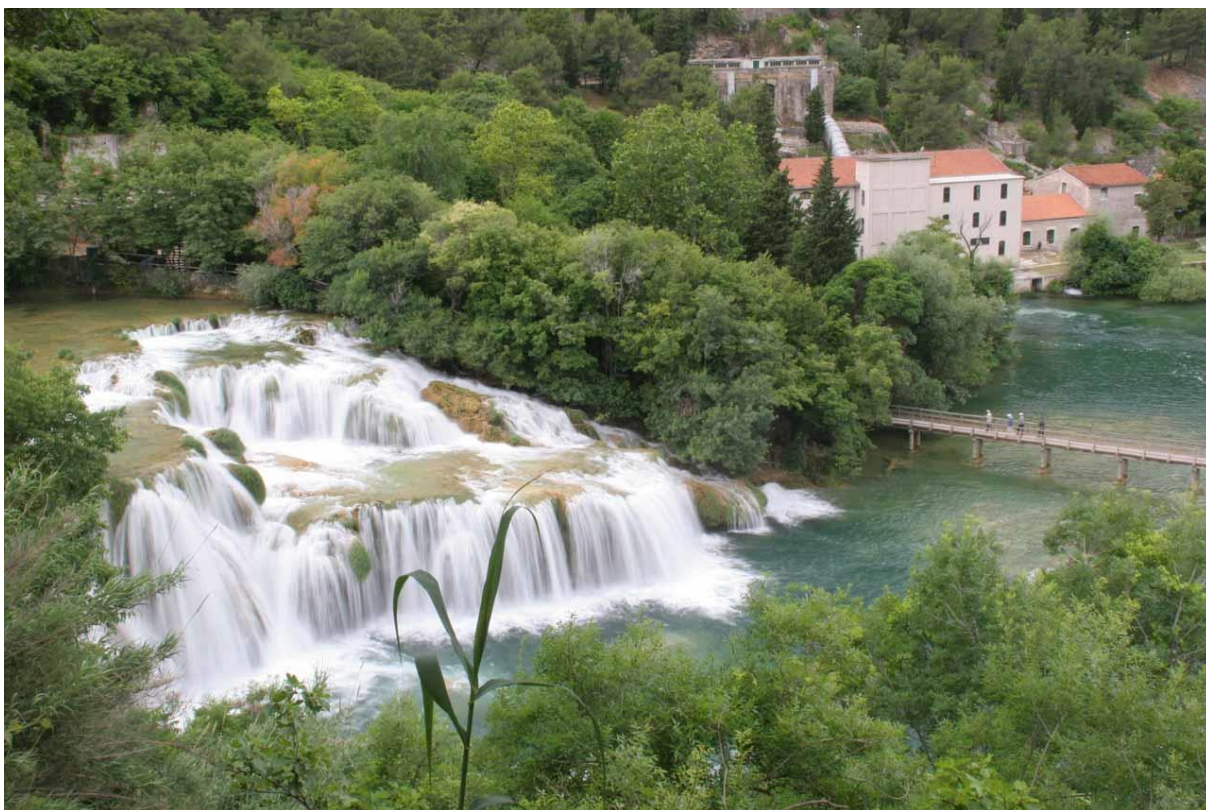
Slika 2.1.: Geografski prikaz položaja NP Krke na karti RH (<https://www.paradiso.camp/hr/okruzenje/nacionalni-parkovi/>)



Slika 2.2.: Položaj slapova i jezera unutar NP Krke (https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-the-investigated-Krka-River-area-with-sampling-sites_fig1_267386774)

Ljepotu parka predstavljaju prirodni i krški fenomeni od 7 slapova (*Slika 2.2.*). Iznimno bogatstvo endemičnih vrsta kraste ovaj park sa čak 221 vrstom ptica (Zelić, 2017.). Među kulturno-povijesnim spomenicima, najviše se ističe franjevački samostan na otočiću Visovcu.

Među većim slapovima ističu se Bilušića buk, Brljanski slap, Manojlovac, Rošnjak, Miljacka, Roški slap i Skradinski buk. Među najistaknutijim slapovima nalaze se Skradinski buk kao najveći i najpoznatiji, te Roški slap kao najprostraniji (*Slika 2.3.*).

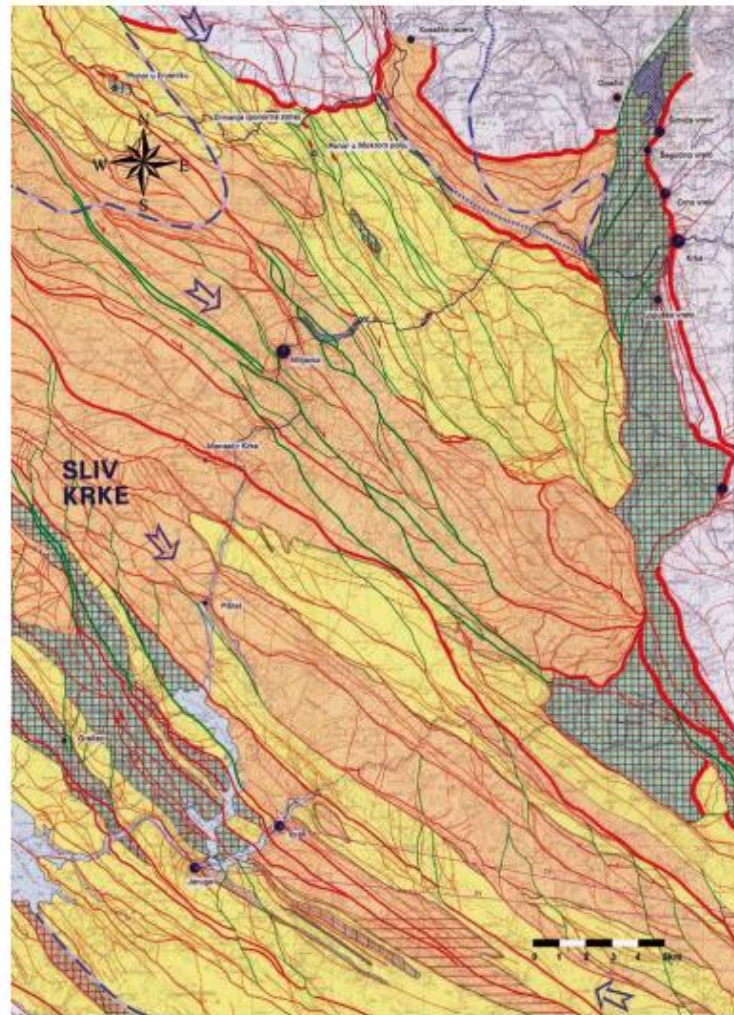


Slika 2.3.: Skradinski Buk (shorturl.at/qwUV7)

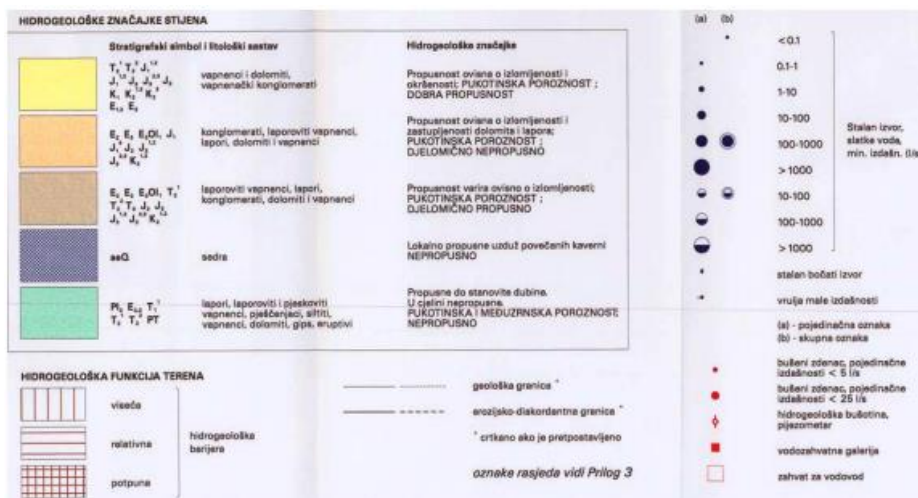
2.1. Geološke značajke

Rijeka Krka i njezini pritoci čine krški sustav kompozitnih dolina. Rezultat je to zbog litoloških i tektonskih odnosa. Kod kanjonskih dijelova vidljivi su razni padinski reljefni detalji. Kod strmijih dijelova upečatljivo je osipanje te urušavanje. Oblikovanje ima bitnu ulogu kod pojava vodonepropusnih i djelomično vodopropusnih stijena na površini polja koje imaju funkciju potpunih hidrogeoloških barijera (*Slika 2.4*) (Jezidžić, 2015.).

Područje oko samog sliva rijeke Krke sastoji se od sedimentnih naslaga (perma, trijasa, jure, krede, paleogena, neogena i kvartara) (Jeziđić, 2015.).



Slika 2.4.: Hidrogeološki prikaz područja rijeke Krke (preuzeto iz Kapelj, 2020.)



Slika 2.5.: Hidrogeološke značajke stijena (preuzeto iz Kapelj, 2020.)

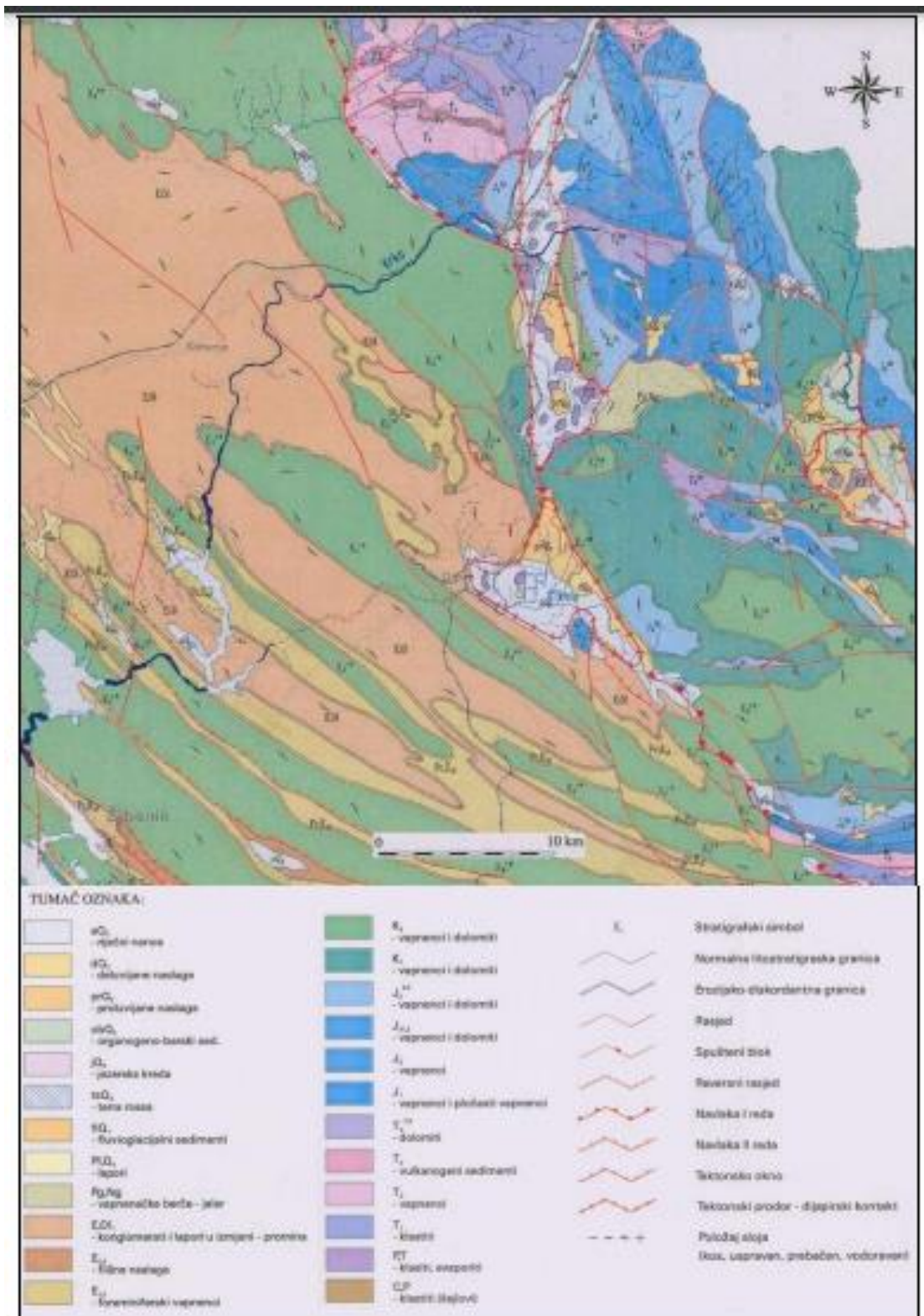
Sjevernije od izvora, voda se pojavljuje uz poprečni i dijagonalni rasjedi prema dolini koja postaje glavna točka dreniranja za vodni dio istočnije od Kninskog polja. Gornji dio pripada nivou Krčića, a smješten je na naslagama od mulja, dok donji dio je niži nivo u glavnoj stijeni i poprilično odgovara razini vode izvora Krke.

Karakteristike gornjeg dijela Krke su brojne tekućice koje su najviše uvjetovane hidrogeološkim značajkama stijena (*Slika 2.5*).

„Vodotok se nalazi na dodiru vodonepropusnih i djelomično vodonepropusnih karbonatnih naslaga koje se nalaze u krovini vodonepropusnih klastita trijasko starosti. Najizraženiji kontakt ovih naslaga prisutan je na rubovima dolinskih 13 proširenja gdje se pojavljuju i najznačajniji izvori“ (Jezidžić, 2015.).

Sama struktura građe terena je složena te je nastala boranjem i poremećajem dužinom navlačnih ploha i sličnim rasjedima (*Slika 2.6*).

Prema morfološkom značenju, porječje Krke moglo bi se svrstati u tri zasebna dijela kao što su gorski prostor na sjeveroistočnom dijelu, proširenje dolina u centralnom dijelu te Sjevernodalmatinska zarava. U geološkom sastavu, dolina rijeke Krke predstavlja poseban fenomen na prostoru Sjeverodalmatinske zaravni predstavljajući viseći tok. Najveći dio između Kninskog polja i Roškog slapa zauzima Krka koja zna teći i 100 m iznad površine vode temeljice ne gubeći vodu iz svog korita. Međutim, osim prirodnih značajki, na izgled rijeke te hidrološke elemente Krke danas utječu i ljudske aktivnosti (Jezidžić, 2015.).



Slika 2.6.: Geološka karta šireg porječja Krke (preuzeto iz Kapelj, 2020.)

2.2. Opis analiziranog područja Visovačko jezero

Visovačko jezero nastalo je kao rezultat kontinuiranog rasta sedrenih barijera duž toka rijeke Krke na kojoj se izgrađuju te nadograđuju jezerske formacije. Obzirom kako je rijeka Krka veoma specifična, veoma je važno promatrati ju kao posebnu rijeku u kršu, ali također i kao područje s aktivnim prisutnim procesima ujezerenja. Visovačko jezero je prirodno pravo jezero na rijeci Krki koje je rezultiralo rastom sedrenih pregrada na Skradinskom buku, ujedno i ujezerenje na utoku Čikole u Krku. Površina jezera iznosi približno osam kilometara kvadratnih, a najveća dubina doseže pedeset pet metara. Utjecaji ujezerenja Krke kod donjeg dijela vodotoka su male tekućice povremenog karaktera, dok kod sjevernog dijela Visovačkog jezera vidi se utjecaj Jaruge te Prokljansko jezero u koje utječe Gudača. Na temperaturne značajke rijeke Krke koja prolazi Skradinskim bukom gornjim, veliki utjecaj imaju procesi termalne stratifikacije vode Krke u Visovačkom jezeru, te u uzvodnijim formiranim jezerima iznad sedrenih barijera (web izvor: <https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero>) (Slika 2.7.).

Svojom površinom nalazi se na drugom mjestu po veličini jezera u Dalmaciji, ali uzimajući u obzir njegovu dubinu, možemo reći da je ipak najveće obujmom. Upravo su na ovom jezeru nastala dva najljepša prizora Krke, na sjevernom dijelu utječe Roški slap, a na jugozapadnom dijelu nastalo je najveće sedreno slapište Skradinski buk. Na ujezerenom središnjem dijelu jezera nalazi se otok Visovac, okružen vizurom jablana. U 14. stoljeću izgrađen je franjevački samostan Majke od Milosti (<https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero/>) (Slika 2.8.).



Slika 2.7: Visovačko jezero (<https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero/>)



Slika 2.8.: Otok Viskovac (<https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero/>)


Visovačko jezero predstavlja stanište raznih ekosustava. Poznato je kako su upravo jezera posebno osjetljivi vodni resursi zbog svoje hidrologije i ekologije, te se promatraju kao statički sustavi, uzimajući u obzir značajne karakteristike iz prošlog vremenskog razdoblja. Glavni faktori koji utječu na ovakve formacije su nepovoljni klimatski uvjeti koji utječu na smanjene dotoka, opadanja razine vode te podizanja temperatura vode i razinu stupnja zaslanjenosti jezerske vode. Kroz istraživanje zastupljenosti fitoplanktona unutar Visovačkog jezera pokazalo se kako unutar jezera postoji termalna stratifikacija u razdoblju od proljeća do jeseni. Najveći utjecaj na količinu i zastupljenost fitoplanktona ima temperatura, a ostali čimbenici su koncentracija dušika, fosfora, konduktivitet itd. Kroz vremensko razdoblje, klimatske promjene mogu uveliko utjecati na pojačanje stratifikacije vode koja se odražava na vodene organizme, posebno ukoliko dođe niz od nekoliko dana s povišenom temperaturom u kombinaciji s niskim vodostajem. Zbog zastupljenosti velikih klimatskih promjena kao što su dugotrajne kiše, ekstremne padaline, sušna razdoblja i sl., postoji opasnost od masovnog ugibanja sedrotvornih zajednica i urušavanja cijelog ekosustava (Rubinić i dr., 2016.).

2.3. Batimerijska, psalmološka i morfološka ispitivanja na području Visovačkog jezera

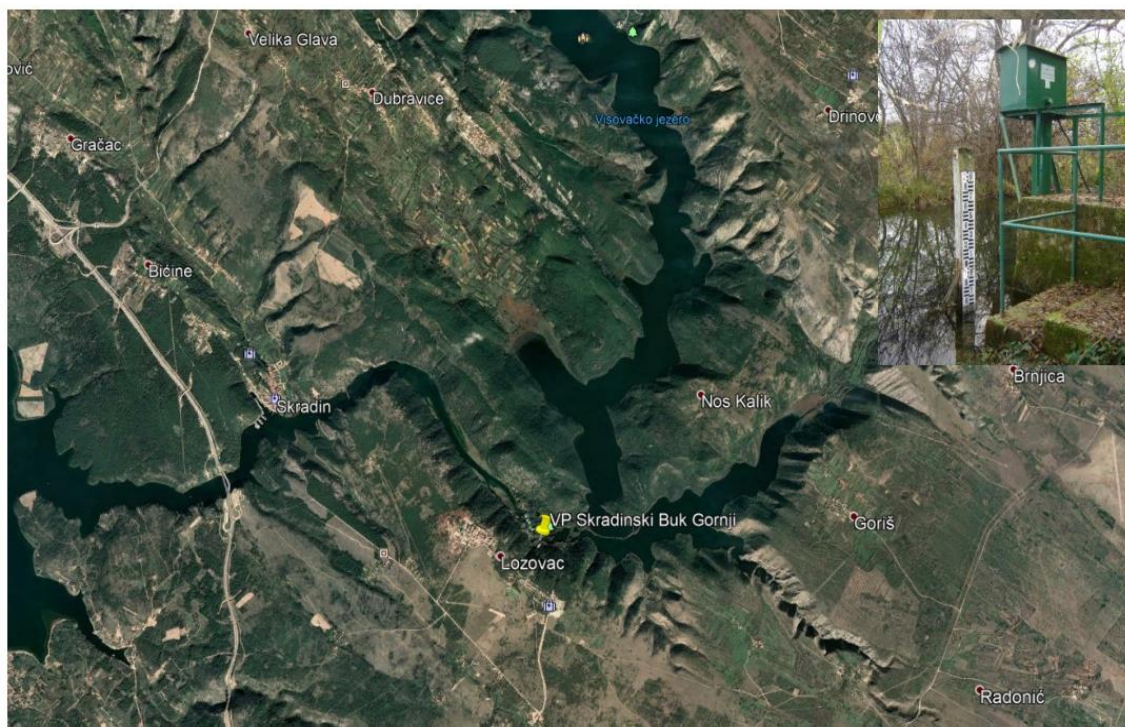
U sklopu ispitivanja koga je proveo projektni team Vodoprivrednoprojektnog (2021) napravljena je uvodna tablica radi lakšeg praćenja i stvarnog stanja na terenu koja sadrži opisnu ocjenu stupnja završenosti na promatranom jezeru. Svi rezultati prikazani u ovom poglavlju sadržani su u spomenutom dokumentu Vodoprivrednoprojektnog (2021).

Tablica 2.4.: Karakteristične značajke Visovačkog jezera (Izvor: Vodoprivredniprojekt, 2021.)

Jezero	Visovac	Terenska aktivnost	Izvršenost
Površina (km ²)	7.7	Batimetrijsko snimanje	Da
Vodotok utjecaja	Krka (neznatno)	Snimanje obala	Da
Utjecaj godišnjeg doba	Ne	Foto-dokumentiranje obale jezera	Da
Utjecaj vremenskih prilika	Da	Psalmološko snimanje jezera i obrada	Da
Potrebno ishodovanje dozvola	Ne	Obrada podataka	Da



Ukupni protoci vode u svrhu hidrometrijskog mjerenja dobiveni su na slapovima Krke te na odvodnim kanalima vodovoda Šibenika i HE Jaruga. Za više vodostaje mjerenje se provodi nizvodno na slapovima Krke te kod ispuštanja vode iz HE Jaruga.



Slika 2.9.: Satelitski prikaz situacije Visovačkog jezera i vodomjerne postaje Skradinski Buk Gornji (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.)

Projektom je bio definiran nivo jezera trajnosti 1%, 50% te 99% koji uključuje i srednju vrijednost nivoa. Granica batimetrijskog snimanja bila je definirana nivoom od trajnosti 1%, a preostale trajnosti korištene su za prikaz raspona položaja vodnog lica. U nastavku su prikazani tablični i grafički opisi obrade hidroloških podataka s krivuljom trajanja na nizu od 10 godina.

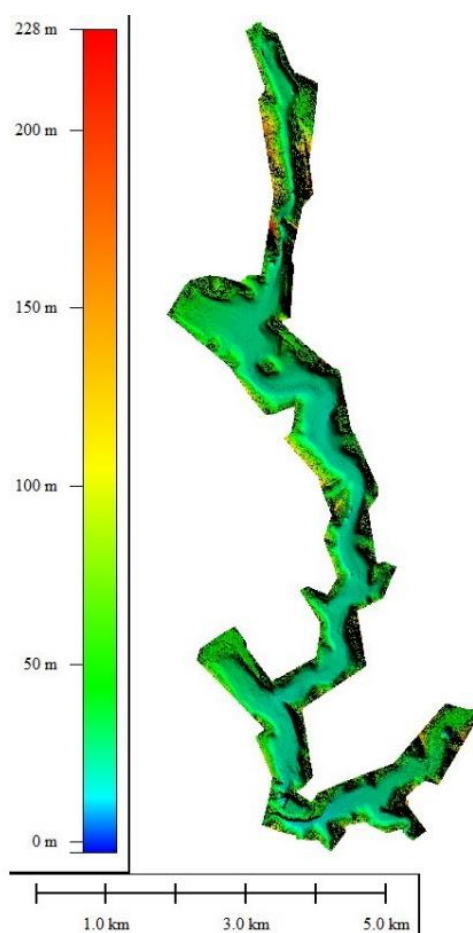
Tablica 2.5.: Trajanje vodostaja na vodomjernoj postaji Skradinski Buk Gornji (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.)

JEZERO VISOVAC	
	VP Skradinski Buk Gornji
trajanje (%)	mn.m. (hvs71)
Vodostaj 1%-tne trajnosti	46.30
Prosječni vodostaj	45.62
Vodostaj 50%-tne trajnosti	45.57
Vodostaj 99%-tne trajnosti	45.32

U okviru spomenutog projekta korištene su razne metodologije i tehnologije za snimanje:

- Za snimanje dna jezera koristilo se hidroakustični dvofrekvencijski uređaj za podvodno mjerenje tla
- Za debljinu sedimenta koristio se a subbott profiler
- Za snimanje obale jezera koristila se aerofotogrametrijska bespilotna letjelica čiji su podatci kasnije korišteni za izradu 3D modela

Kod utvrđivanja **batimetrijskih karakteristika** Visovačkog jezera, promjene u dubinama dobivene su pomoću dubinomjera. U nastavku je prikazan dobiveni DTM model jezera Visovac iz kojeg možemo zaključiti da jezero ima poprilično ravno dno bez značajnih razlika u dubinama, osim priobalnih rubnih naslaga. Dno Visovačkog jezera kreće se od 45 m nadmorske visine do -3 m dubine ispod razine mora, pa stoga ima karakter kriptodepresije.

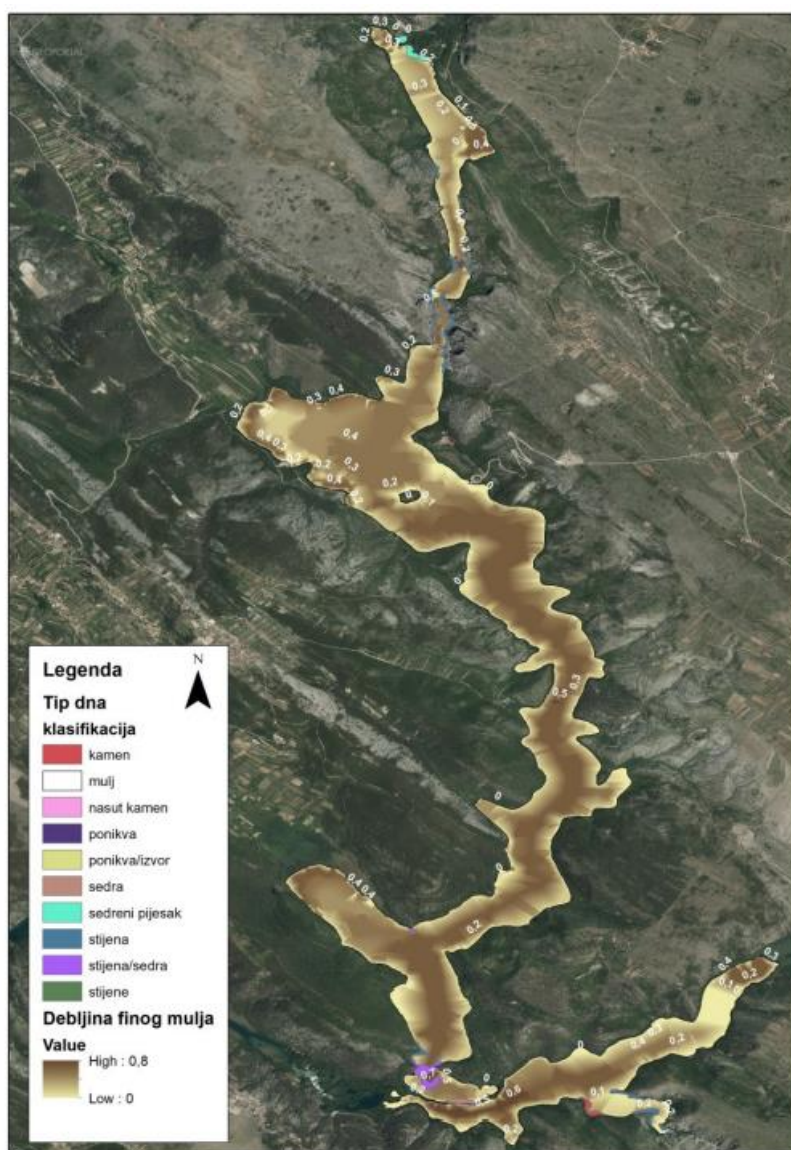


Slika 2.10.: DTM modela Visovačkog jezera (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.)

Utvrđivanje **psalomoloških karakteristika** jezera obuhvaćalo je procjenu karakteristika nanosa na dnu jezera, odnosno dubinu sloja nanosa, hrapavosti, tvrdoće, obraslosti dna i sl.

Mulj se sastoji od gornjeg sloja crnog mulja debljine 2-3 cm i srednjeg sloja debljina 40ak cm glinenog žutog mulja. Makro vegetacija obitava na području do 10 metara dubine, nakon kojeg nastupa mutna voda pomiješana s muljem te mrežasta alga.

Prema laboratorijskoj analizi uzoraka, utvrđeni su uzorci kao što je prašinski pijesak plavo-sive boje, slabo graduiran, mjestimično pomiješan sa šljunkom. Udio organskih tvari koje se nalaze na dnu iznosi 3,5% do 10,5%. U nastavku je prikazan 3D model na kojem su prikazane debljine mulja te tipovi dna.



Slika 2.11.: Prikaz modela s debljinama mulja i klasifikacijom dna (Izvor: Vodoprivrednoprojekt,2021.)

Za utvrđivanje morfoloških karakteristika jezera korištene su dvije vrste podataka: batimetrijska analiza kojom je dobiven DTM model dna jezera te DSM model obale jezera. Rezultat spajanja ta dva modela je jedinstven model područja jezera koji se sastoji od dna jezera te obalnog područja (Slika 2.12). Prema dobivenim podacima zaključeno je kako je jezero Visovac blagih obala, uravnoteženih dubina koje se kreću u razmaku od 10 metara dubine kod sjevernog dijela do 45 metara dubine kod južnog dijela jezera. Navedenim istraživanjem dobiveno je kako se na manjem prostoru jezera nalaze umjetne građevine, dok je većim dijelom prirodna obala.



Slika 2.12.: Prikaz sjevernog dijela jezera s naznačenim umjetnim građevinama (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.)



Slika 2.13.: Prikaz južnog dijela jezera s naznačenim umjetnim građevinama (Izvor: Vodoprivrednoprojekt, 2021.)

2.4. Pritoke Čikola i Krka

Najveće pritoke Visovačkog jezera su Krka i Čikola. Rijeka Krka teče kanjonom dugim 72,5 kilometara koji prolazi kroz Rokljansko jezero a zatim u Šibenski zaljev. Krka je veoma specifična rijeka jer dio njenog toka oponaša viseću rijeku, odnosno svojom površinom teče iznad temeljnih krških podzemnih voda. Zanimljivo je kako nema značajnijih gubitaka vode u podzemlju te prirodno rijetko presuši. Velika posebnost je u ušću koji je potopljen pa tako čini mješavinu slatke i slane vode koja se naziva boćata voda. Estuarij Krke dugačak je 23,5 a krase ga bogatstvo školjaka, slatkovodne te morske ribe. (Zelić, 2017.) Prijelazne vode rijeke Krke kreću uzvodno od Skradina, a sastoje se od vodnih cijelina dijela rijeke Krke, Prokljansko jezero, šibenski zaljev, Kanal Sv. Ante te pojedini prostor šibenskog kanala saliniteta od 20 do 30 PSU. Ukupna dužina prijelaznih voda rijeke Krke iznosi 30 km.

Izvor rijeke Krke smjestio se u dnu planine Dinare u blizini Knina, iz vrela u pećini podno brda Krševca. Sastoji se od tri kontinuirana izvora, a to su Glavni izvor, Mali izvor i Treći izvor. Glavni izvor rijeke nalazi se na nadmorskoj visini od 224 metre u špilji ispod Topoljskog slapa. S lijeve strane obale smjestili su se Treći i Mali izvori. Treći izvor nalazi se svega 50 metara nizvodno od slapa, dok Mali izvor 150 metara. Treći izvor čini 3-5% ukupnih voda izvora Krke, Mali izvor između 10-15% te najizdašniji Glavni izvor s čak 80-95% ukupnih voda izvora Krke. Izdašnost Glavnog izvora Krke kreće se brzinom 1,5-10 m³/s. (NP „Krka: <http://np-krka.hr/stranice/kako-je-sve-pocelo-izvor/513.html>)

Izvor rijeke Krke i njezin prvi pritok je rječica Krčić, dugačka 10ak kilometara. Izvire u podnožju Dinare na nadmorskoj visini od 375 metara, a završava ulaskom svog vodenog toka u Kninsko polje. Izvorište Krčića nalazi se na južnim padinama Dinare, a sami početak Krčića izgledom se može reći da je spoj nekoliko manjih potoka koji se jedva okom vide. Može se reći kako je s hidrološke i hidrogeološke strane, međuovisnost slivova rijeka Krke i Krčića poprilično složena. Njihove vode povezane su u određenim hidrološkim prilikama, iako o tome do danas i nema konkretnih dokaza s toga nema pouzadnih zaključaka. (Bonacci i Ljubenkov, 2005.),

Obrušavajući se s visine od 22 metra u izvor rijeke Krke nastaje slap koji se zove Krčić. Bitna činjenica je da sami izvor Krke je nepresušan. Vrelo Krke može se vidjeti samo tijekom ljetno razdoblja kada se korito Krčića presuši te Topoljski buk ostane bez svoje

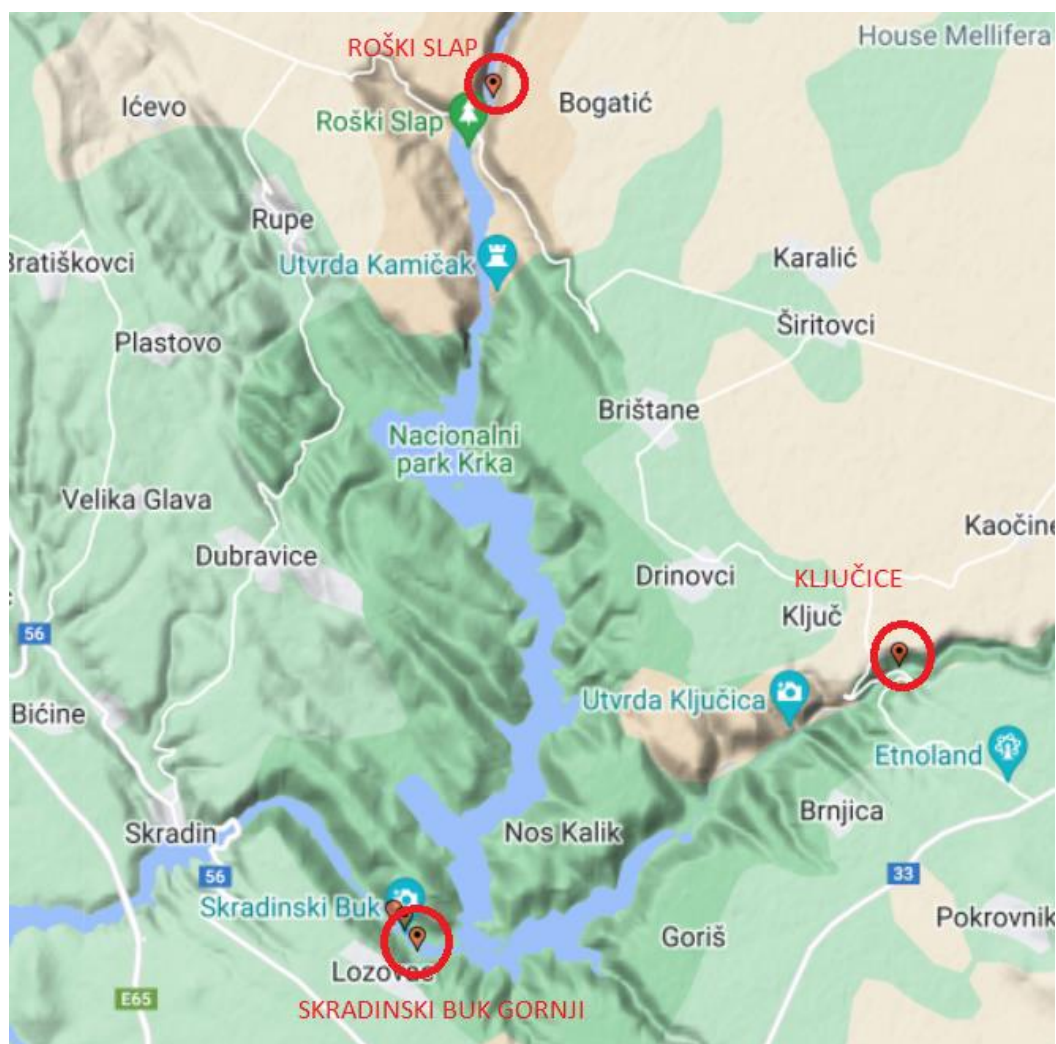
vode. Zimi vrelo Krke prekriveno je obiljem vode slapa Krčića pa stoga mu nema traga. U prošlosti, zbog hladnijih klimatskih uvjeta i većih padalina, vrelo nije presušivalo pa su tako Krka i Krčić bili spojeni. To nam dokazuju ostatci obilnih sedrenih naslaga na vrhu današnjeg toka slapa Krčića. U toku rijeke Krčić smjestilo se osam slapova te desetak jezera. (web izvor: <https://www.dinarskogorje.com/dalmatinski-slivovi.html#>)

„Prve stanice za kontinuirano mjerenje vodostaja započele su s radom u Kninu (1896.) i na Skradinskom buku (1905.). Na rijeci Čikoli prve hidrološke stanice uspostavljene su na lokacijama u Ružiću (1903.) i Drnišu (1908.). Danas je na slivnom području Krke aktivno ukupno četrnaest hidroloških stanica, među kojima su posljednje, Nacionalni park i Kosovčica, uspostavljene 1989. godine.“(web izvor: <http://npkrka.hr.win9.mojsite.com/buk/buk3/files/assets/downloads/page0008.pdf>)

Lijeva te najveća pritoka rijeke Krke je rijeka Čikola. Izvire iz kršnog vrela kod Mirlović polja na prostoru Petrovog polja. Ulijeva se u rijeku Krku poviše Skradinskog buka a nizvodno od Miljevca. Tok je dugačak oko 48 kilometara. Preko 800 metara protežu se sedamnaest stepenica visine 45,7 metara. Širina slapišta datira između 200 do 400 metara Korito često presušuje jer se velike količine vode sa izvora koriste za potrebe grada Drniša. Također, njena pritoka Vrba isto se smatra početkom rijeke. Vodostaj rijeke Čikole je veoma promjenjiv, u zimskom periodu obiluje vodom, a ljeti je vodostaj izrazito nizak zbog jakih suša i navodnjavanja okolnih zemljišta srednjeg toka.

3. RASPOLOŽIVI PODATCI

Rijeka Krka i njezini pritoci čine nadzemni slijev površinom 2 450 km² te s hidrogeološkim značajkama zauzima područje od 2.650 km². Javno tijelo Nacionalnog parka Krka sklopilo je dugogodišnje ugovore s Državnim tijelom hidrometeorološkog zavoda grada Zagreba koje se odnosi na svakodnevno praćenje vodostaja, temperature te pritoke na prostoru Skradinskog Buka te Roškog slapa s ciljem uspostave monitoringa duž cijele rijeke Krke. U razdoblju od 1923.godine do danas, vodostaj se mjeri na postaji Skradinski buk gornji koji prati ukupni dovod vode na slapu. Protoci su definirani u razdoblju od 1947. do 2015 godine. Na priloženoj slici 3.1. prikazan je vodostaj rijeke Krke, ujezereni dio – Visovačko jezero te tri u ovom dokumentu analizirane hidrološke postaje – Roški Slap i Skradinski Buk Gornji na Krki te Ključice na Čikoli.



Slika 3.1.: Geografski položaj Visovačkog jezera te hidroloških postaja Roški slap, Ključice i Skradinski buk Gornji (izvor: Google Maps)

Vodostaj rijeke definira se razinom vode koji opisuje visinu vodenog stupca izraženu u centimetrima. Protok predstavlja brzinu kojom voda prolazi kroz presjek korita u određenom vremenskom periodu, te se izražava u mjernoj jedinici m³ /s. Mnogi faktori utječu na vodni režim od kojih su najizraženiji vrijeme, klimatski uvjeti i količina padalina. Na porječju Krke godišnje padne negdje oko 1.250 mm padalina (Jezidžić, 2015. prema Buljan i Pavičić, 2010.). Najveća količina oborina padne u zimskom periodu, dok ljeti nastupa velika suša. Najviši vodostaji Krke iznose u tijekom studenog i ožujka, dok su najniži tijekom kolovoza. Na slici u nastavku prikazani su raspoloživi podatci na promatranim hidrološkim postajama Skradinski Buk Gornji, Roški Slap te Ključice koji se odnose na protoke, vodostaje te temperaturu za promatrani period 1947.-2020.g.

Tablica 3.1.: Pregled raspoloživih podataka na hidrološkim postajama Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice za promatranim period 1947. – 2020.g. (Izvor: autor)

RAZDOBLJE 1947.-2020.g.									
	Skradinski Buk			Roški Slap			Ključice		
	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T
1947									
1948									
1949									
1950									
1951									
1952					SVI PODACI				
1953					DJELOMIČNI PODACI				
1954					NEMA PODATAKA				
1955									
1956					H		VISINA VODOSTAJA (cm)		
1957					Q		PROTOK (m3/s)		
1958					T		TEMPERATURA (stupnjevi)		
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									

Tablica 6.2.: Pregled raspoloživih podataka na hidrološkim postajama Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice za promatranim period 1947. – 2020.g. (Izvor: autor) - nastavak

	Skradinski Buk			Roški Slap			Ključice		
	H	Q	T	H	Q	T	H	Q	T
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									
2020									

3.1. Hidrološke postaje

Skradinski Buk, najveći sedreni slap nastao na rijeci Krki, smješten je u središnjem dijelu dinarskog krša. Ovaj slap je najpoznatiji dio NP Krke i daleko najposjećenija turistička atrakcija. Obzirom na činjenicu kako je najpoznatiji slap Krke, Skradinski buk izloženi je mnogobrojnim utjecajima kao što je turizam (koji najviše intenzivira u ljetnom periodu), odvod dijela vode namijenjen za HE te loše kontroliranje zahvata koji se izvode na slivovima rijeke Krke i Čikole. Skradinski buk sastoji se od 17 stepenica smještenih na dužini od 800 metara, a širina slapa datira od 200 m do 400 m (Slika 3.2.).



Slika 3.2.: Situacijski prikaz slapa Skradinski buk (Bonacci i dr., 2016.)

Prema povijesnim izvorima, prva stanica na Skradinskom buku osnovana je 1. siječnja 1905. godine. Međutim, podatci nisu bili dostupni sve do 1923. godine. Prvi podatci pokazuju da se stanica za praćenje Skradinski buk gornji nalazila na lijevoj strani obale rijeke, uzvodno od buka. U razdoblju od 1941. do 1954. godine postaja nije bila u funkciji. Godine 1946. stanica je obnovljena te puštena u rad. Kota nule iznosi "0"=45,49 m.n.m te je postavljena na visinu prethodne stanice. Udaljena je sedam kilometara od ušća, a površina sliva iznosi 2 103 kilometara kvadratnih. Elektronski limnigraf postavljen je 18.12.2007. godine te je uspostavljena daljinska dojava vodostaja. Ukupni iznos protoka vode vrši se na slapovima Krke i odvodnim kanalima vodovoda Šibenika HE Jaruga, dok se kod viših vodostaja mjerenje vrši nizvodno od slapova Krke (Bonacci i ostali, 2017.).

„Vodostaj Krke najviši je u studenome i ožujku, a najniži u kolovozu. Srednja vrijednost protoka Krke na izvoru iznosi 12 m³/s a na Skradinskom buku 55 m³/s. Maksimalna vrijednost protoka, 481 m³/s, zabilježena je 24. prosinca 1982., a minimalna, 4,99 m³/s, 5. listopada 1961. Najviša temperatura vode na Skradinskom buku, 27,5 °C, zabilježena je 25. kolovoza 2011., a najniža, 3,5 °C, 12. siječnja 1985. Najveća vrijednost vodostaja na Skradinskom buku, 223 cm, zabilježena je 7. prosinca 2005., a minimalna, samo 5 cm, 3. listopada 1990. Temperatura vode 30. svibnja 2019. na Skradinskom buku iznosila je 16

°C, a na Roškome slapu 13 – 14 °C.“ (<https://np-krka.hr/stranice/hidrologija-rijeka-krke-newsletter/470/hr.html>)

Hidrološka postaja Roški slap svojim radom započela je 04.09. 2009. godine kada je osnovana limnigrafska postaja Roški slap na rijeci Krki. Nalazi se na vodostaju Krke, pored pristaništa brodova. a kota nule vodokaza nalazi se na 71, 629 m n/m. Postaja je od ušća udaljena 18, 55 kilometara. Tip vodokaza je jednodijelni vertikalni, pričvršćen na cijev limnigrafske konstrukcije te mu se raspon proteže od 0 do 300 centimetara. S elektronskim limnigrafom (tip OTT-Thalimedes) uspostavljena je daljinska dojava. Nakon pola godine, točnije datuma 14.04. 2010.g. , utvrđena je apsolutna visina kote nule vodokaza koja iznosi "0"= 72, 629 m n/m koja vrijedi od samog početka, a utvrđena je pomoću tehničkog nivelmana. Od 2016. godine prate se samo vodostaji veći od 60 centimerata, odnosno protoci za srednje i male vode, zbog prevelikog rasipanja i nekonzistentnosti podataka vodomjera na području malih voda.

Postaja Ključice nalazi se na vodotoku rijeke Čikole. Pripada Jadranskom slivu (Porječja južnog Jadrana). Radom je započela 12.08.1985. godine. Kota nule vodostaja iznosi 81, 31 m.n.m. Prvo mjerenje vodostaja zabilježeno je 1985. godine, dok je mjerenje protoka započelo nešto kasnije, u razdobljima 1987. do 2007. godine te se nastavilo od 2009. godine pa sve do danas. Na postaji Ključice mjerenje temperature započelo je tek od 2020. godine. Specifičnost protoka Čikole, pa samim time i postaje Ključice, je u njegovim naglim skokovima te redovito presušivanje za ljetno razdoblje. Možemo reći kako se ovdje radi o jednostavnom režimu koji zimi datira maksimalnim protocima te ljeti minimalnim protocima, odnosno presušivanjem. (<https://hrcak.srce.hr/file/155899>)

4. METODOLOGIJA OBRADA

Metodološke postavke obrada provedenih u ovome radu preuzete u iz knjige Žugaja (2009.) i daju se u nastavku.

4.1. Osnovna statistička analiza

Kod analiziranja hidroloških procesa, koji obuhvaćaju vodostaje te protoke, potrebno je prikupiti što više mjerenih podataka, kao što su hidrološki i meteorološki podatci. Dobiveni skup podataka analizira se statičkom obradom kako bi se u konačnici dobio određeni broj rezultata za koje se provodi daljnja analiza s ciljem dobivanja pojedinih informacija o promatranom skupu. Pod osnovnu statističku obradu podataka spadaju srednja vrijednost (SR), standardna devijacija (σ), koeficijent varijacija (Cv), maksimalne vrijednosti (MAX) te minimalne vrijednosti (MIN) niza promatranih podataka. Spomenuti statički pokazatelji dobivaju se prema sljedećim izrazima:

Aritmetička sredina $X_{sr} = 1/N * \sum x_i$

Standardna devijacija (odstupanje članova x_i od srednje vrijednosti X_{sr}) = drugi korijen iz varijance ($\sigma^2 = 1/N * \sum (x_i - x_{sr})^2$)

Standardna devijacija $\sigma = (1/N * \sum (x_i - x_{sr})^2)^{1/2}$

Koeficijent varijacije: $Cv = \sigma / x_{sr}$, gdje su:

X_{sr} = vrijednost aritmetičke sredine

N = ukupan broj podataka

$\sum x_i$ = suma promatranog niza

σ = vrijednost standardne varijacije

Aritmetička sredina predstavlja srednju vrijednost promatranog niza, odnosno njegov prosjek. Njezina rezultanta predstavlja sumu promatranog niza koji se dijeli s brojem pribrojnika. Za određeni niz vrijednosti $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ aritmetička sredina definirana je izrazom :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

koja u konačnici rezultira prvim centralnim momentom.

Moment drugog reda predstavlja varijancu, odnosno srednje kvadratno odstupanja, koja promatra odnos prosječnog zbroja kvadratnog odstupanja pojedinih vrijednosti od aritmetičke sredine, a njezina formula prikazana je u nastavku:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2.$$

Drugi korijen iz varijacije predstavlja standardnu devijaciju, odnosno srednje kvadratno odstupanje pojedinih vrijednosti niza od aritmetičke sredine te se koristi kod mjerenja raspodijeljenosti članova niza u odnosu na srednje vrijednosti. Formula glasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Ili jednostavniji oblik formule prikazan pomoću običnog momenta:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n f_i (x_i^2 - \bar{x}^2)}$$

Koeficijent varijacije predstavlja vezu između standardne devijacije i aritmetičke sredine, te služi za bezdimenzionalno predstavljanje mjere raspoređenosti niza čija formula glasi:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

4.2. Hod karakterističnih vrijednosti i njihov trend

Pojam trend označava osnovnu tendenciju kretanja neke pojave. U pojedinom slučaju, analizira se trend kao tendencija kretanja karakterističnih vrijednosti oborina, protoka ili vodostaja za određene stanice/stanicu unutar promatranog vremenskog razdoblja.

Jednadžba trenda niza hidroloških podataka unutar promatranog perioda označava jednadžbu linearne funkcije odnosno pravca regresije izražen $y = a x + b$ u kojoj izraz x predstavlja promatrano razdoblje izraženo u godinama, a izraz y analizirane vrijednosti. Možemo reći kako je funkcija rastuća u slučaju kada parametar a ima pozitivnu vrijednost te je u ovo slučaju trend "u porastu" , ili opadajuća, kada parametar a ima negativnu vrijednost te je trend promatranih vrijednosti unutar promatranog razdoblja "u padu". Isto tako, prema grafičkom prikazu moguće je zaključiti radi li se o rastućoj ili opadajućoj funkciji, ovisno o položaju nagiba pravca.

4.3. Vjerojatnost pojave

Pojam vjerojatnost predstavlja matematički izraz kojim se nastoji kvantitativno opisati mogućnost ili slučajnost pojavljivanja pojedinog događaja. U teorijskom dijelu, vjerojatnost predstavlja najužu empirijsku raspodjelu učestalosti. Međutim, promatrana funkcija ne prilagođava se u potpunosti empirijskoj raspodjeli zbog veličine uzorka, pravilnog izbora funkcije te upotrebe najboljih metoda za procjenu njenih parametara.

Kod teorijske statistike postoje slučajevi funkcija gustoće raspodjele vjerojatnosti koje služe za modeliranje različitih procesa. Njihove karakteristike služe i za donošenje zaključaka ekstrapolacije rijetkih događaja. Cilj primjene funkcija raspodjele vjerojatnosti je prikaz vjerojatnosti pojave određenog događaja u budućnosti temeljem raspoloživih podataka i promatranog razdoblja.

U ovom radu korištena je Gumbelova funkcija raspodjele. Ona je jednostavne primjene te relativno dobre prilagodbe hidrološkim događajima, te kao takva ima dvoparametarsku raspodjelu te nesimetričan oblik. Najčešća primjena je kod pojave dobivanje maksimalnih godišnjih protoka određene vjerojatnosti pojavljivanja, prikazana idućom formulom:

$$P_{(X_m)} = \alpha * e^{-\alpha(X_m - X^*)} * e^{-e^{-\alpha(X_m - X^*)}}$$

Izraz X zamijenimo s protokom pri čemu Q^* i α čine Gumbelovu raspodjelu. Mod Gumbelove krivulje definiran je pomoću:

$$Q^* = Q_m - \frac{0,577}{\alpha}$$

Gdje izraz 0,577 predstavlja Eulerovu konstantu, a vrijednost a dobiva se putem $\frac{1}{a} = 0,780 \cdot \sigma$ gdje je izraz σ standardno odstupanje. Gumbel je također prikazao vezu parametra z i vjerojatnosti pojavljivanja p pomoću kojih je moguće definirati različite protoke pojavljivanja putem formule (Žugaj, 2009.):

$$Q_m = Q^* + \frac{1}{a} \cdot z$$

4.4. Učestalost i trajnost pojave

Pojam učestalost može se opisati kao broj ponavljanja određene vrijednosti unutar određenog promatranog vremenskog razdoblja. Grafički prikaz učestalosti unutar koordinatnog sustava naziva se raspodjela učestalosti ili histogram, ukoliko se ona aproksimira putem neprekidne krivulje – krivulja učestalosti. Suma učestalosti pojedine vrijednosti predstavlja sumu učestalosti svih vrijednosti koji su manji ili jednaki definiranoj vrijednosti ili suprotno, označava trajnost te se prikazuje grafičkim putem pomoću krivulje trajanja. Krivulja trajanja prikazuje krivulju unutar pojedinog razdoblja koji može biti definiran i danima u godini, pri čemu je pojedina vrijednost (vodostaja, protoka) jednaka ili veća u odnosu na dane količine, s tim da nisu kronološki poredane (Ožanić, 2004.).

4.5. Korelacijska analiza

Korelacijska analiza jedna je od najčešće korištenih metoda u hidrologiji koja se svodi na definiranje statičkog odnosa dviju promatrane hidrološke varijable putem Gaussovog zakona (Ožanić, 2004.). Vrijednosti podataka na prvoj postaji predstavljaju skup x_i te vrijednosti podataka na drugoj postaji y_i , čije se dobiveno polje definira putem regresijskog pravca $y = R_y \cdot x + b_1$ i $x = R_x \cdot y + b_2$, a definirani su jednadžbama pomoću metode najmanjih kvadrata odstupanja od osi x i y . Kako bi se dobili položaji pravaca, potrebno je definirati prosječne vrijednosti serije podataka oba pravca te kuteve između nagiba (Ožanić, 2004.).

Kako bi potpuno definirali položaj, potrebno je i utvrditi odsječke tih pravaca na y osi putem izraza (Ožanić, 2004.):

$$b_1 = y - R_y \cdot x$$

$$b_2 = x - R_x \cdot y$$

Koliko je jak odnos između veza između varijabli x i y predstavlja vrijednost umnoška regresijskih koeficijenata R_x i R_y . čiji umnožak korijena definira koeficijent koleracije "r".

Nadopuna nedostajućih vrijednosti o mjesečnim količinama protoka radi se na principu određivanja koeficijenta korelacije „r“ koji predstavlja mjeru stupnja korelacijske veze koja je opisana u nastavku:

$$r = (R_x * R_y)^{1/2} ; r^2 \leq 1 ; -1 \leq r \leq 1$$

- pri čemu $r = \pm 1$ – postoji čvrsta veza
- pri čemu $|0,75| < r < |1|$ - postoji relativna čvrsta korelacijska veza
- pri čemu $|0,5| < r < |0,75|$
- pri čemu $r < |0,5|$ - ne smatra se da postoji značajna korelacijska veza

Varijable x i y imaju korelacijski odnos koji može biti linearan (linearni pravac $y=ax + b$) i nelinearan (logaritamska, polinomna, eksponencijalna, potencijalna funkcija), pri čemu odabiremo korelacijski koeficijent r koji je najviše približen vrijednosti 1.

5. REZULTATI PROVEDENIH ANALIZA

5.1. Analiza mjesečnih i godišnjih podataka

Na hidrološkoj postaji Skradinski Buk mjerenja visine vodostaja i protoka su se provodila ranije u odnosu na ostale dvije postaje, dok je mjerenje temperaturnih prilika započelo nešto kasnije, 1975.-tih godina. Pristup podacima omogućen je putem web stranice hidrološkog zavoda <https://hidro.dhz.hr/>. Nedostajuće vrijednosti za mjesečne protoke nadopunjeni su i pomoću korelacijske analize koja predstavlja međuovisnost dviju mjerljivih varijabli.

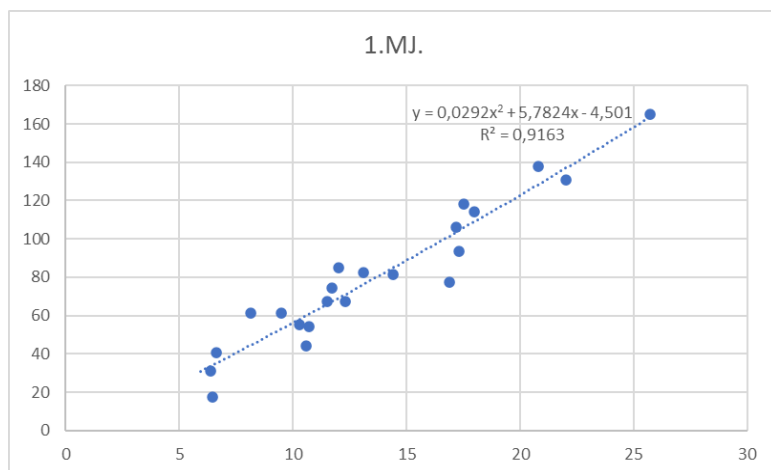
5.1.1. Korelacijska analiza

U nastavku je prikazan primjer nadopunjavanja nepoznate vrijednosti na hidrološkoj postaji Skradinski Buk za mjesečne protoke. Nedostajući podatak za 2007.g., u ovom primjeru za prvi mjesec, dobiven je pomoću hidrološke stanice Topolje. Na osnovu korelacijske analize došli smo do nedostajućeg podatka za siječanj tako što smo poznatu vrijednost x s postaje Topolje uvrstili u dobivenu korelacijsku jednadžbu $y=0,0292x^2 + 5,7824x -4,501$ za istu godinu.

Na isti način dobivene su i preostale nepoznate vrijednosti za ostale mjesece ovisno o poznatim istomjesečnim vrijednostima usporedne postaje. Na postaji Skradinski Buk bilo je potrebno nadopuniti nepoznate vrijednosti za 2017. godinu (siječanj – prosinac), na postaji Roški Slap 2016. godinu (siječanj, srpanj, kolovoz, rujana, listopad, studeni), 2017.godinu (siječanj - studeni), 2018. godinu (lipanj – studeni), 2019. godinu (lipanj – studeni) te 2020. godinu veljača, travanj, svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz, rujana, listopad). Kod postaje Ključice nadopunjene su nepoznate vrijednosti za 1992. godinu (siječanj – rujana), 1993. godinu (studeni, prosinac), 1994. godinu (siječanj, veljača), 2008. godinu (siječanj - prosinac), 2018.godinu (ožujak – srpanj), 2019. godinu (studeni, prosinac) te 2020. godinu (siječanj – lipanj).

Slika 5.1.: Grafički prikaz nadopune nepoznate vrijednosti putem korelacijske analize (Izvor: autor)

1. MJ		
godine	TOPOLJE	SB-GORNJI
1998	13,1	82,4
1999	12,3	67,2
2000	10,7	54
2001	17,5	118
2002	6,63	40,8
2003	22	131
2004	16,9	77,2
2005	9,49	61,3
2006	20,8	138
2007	6,44	17,5
2008	10,6	44,4
2009	18	114
2010	25,7	165
2011	10,3	55,3
2012	6,37	31
2013	17,3	93,5
2014	12	85
2015	11,7	74,4
2016	14,4	81,4
2017	5,93	30,82
2018	17,2	106
2019	11,5	67,4
2020	8,13	61,3



Slika 5.2.: Dijagram korelacijske veze za mjesec siječanj (Izvor: autor)

5.1.2. Statistička analiza

Za promatrane hidrološke postaje provedena je statistička analiza podataka mjesečnih te godišnjih protoka. U nastavku su prikazane tablice za minimalne, srednje te maksimalne mjesečne i godišnje protoke na postaji Skradinski Buk te njihova standardna devijacija i

koeficijent varijacije za razdoblje od 1947. do 2020. godine. Prema priloženim tablicama u nastavku (tablice 5.1., 5.2. i 5.3.) možemo vidjeti kako je najveći protok na Skradinskom Buku zabilježen u prosincu godine 1982. te je iznosio 481 m³/s, dok je najmanji zabilježen u listopadu godine 1961. te je iznosio 4,99 m³/s. Prosječni protok iznosi 51,7 m³/s, dok prosječni minimalni protoci iznose oko 28,6 m³/s te prosječni maksimalni protoci 99,2 m³/s.

Tablica 5.1.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za minimalne mjesečne i godišnje protoke - Skradinski Buk

Skradinski Buk - Mjesečni i godišnji minimumi protoka (m ³ /s) za period 1947. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	41,3	40,2	41,4	38,3	32,2	23,1	15,3	12,6	12,6	17,7	26,3	42,6	28,6
σ	20,8	18,9	19,1	14,2	11,1	8,27	4,44	3,72	5,20	19,9	19,7	23,5	7,17
Cv	0,504	0,470	0,462	0,371	0,346	0,358	0,290	0,295	0,412	1,12	0,748	0,552	0,250
MAX	109	103	91,8	82,6	71,1	43,9	27,5	23,3	31,4	173	140	114	46,1
MIN	9,96	9,71	9,47	11,7	12,4	11,9	8,20	6,76	5,31	4,99	7,60	9,02	13,5

Tablica 5.2.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za srednje mjesečne i godišnje protoke - Skradinski Buk

Skradinski Buk - Mjesečni i godišnji srednjaci protoka (m ³ /s) za period 1947. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	77,3	72,6	68,8	65,5	48,9	35,6	21,0	15,6	22,6	37,2	66,3	88,4	51,7
σ	37,4	36,5	34,2	26,7	20,3	15,1	7,51	5,96	19,9	36,3	39,8	47,0	12,5
Cv	0,484	0,503	0,496	0,408	0,414	0,423	0,358	0,382	0,882	0,975	0,601	0,531	0,242
MAX	190	163	172	150	139	76,1	42,9	38,9	121	244	235	190	84,1
MIN	11,4	10,4	10,3	21,8	16,6	13,3	10,4	7,84	6,24	8,020	10,3	13,3	22,5

Tablica 5.3.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za maksimalne mjesečne i godišnje protoke - Skradinski Buk

Skradinski Buk - Mjesečni i godišnji maksimumi protoka (m ³ /s) za period 1947. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	152	132	127	120	84,6	59,4	31,4	22,9	47,6	80,0	150	183	99,2
σ	77,3	75,6	70,2	57,6	43,2	33,9	16,8	15,5	60,1	80,9	86,6	99,7	26,1
Cv	0,508	0,572	0,553	0,478	0,510	0,572	0,536	0,676	1,26	1,01	0,577	0,545	0,263
MAX	331	366	331	293	223	172	107	89,8	312	366	410	481	160
MIN	13,1	10,7	11,4	27,5	23,6	15,1	12,1	8,20	7,17	9,22	13,1	15,2	41,4

Za razliku od hidrološke postaje Skradinski Buk, postaja Roški slap krenula je sa radom dosta kasnije, tek 2009.g. , stoga je promatrano razdoblje od 2009. do 2020. g. U nastavku su prikazane tablice za minimalne, srednje te maksimalne mjesečne i godišnje protoke te njihova standardna devijacija i koeficijent varijacije. Prema priloženim tablicama u nastavku (tablica 5.4., 5.5., i 5.6.) vidimo kako je najveći protok na Roškom Slapu zabilježen u prosincu godine 2010. te je iznosio 202 m³/s, te je najmanji protok zabilježen

u listopadu godine 2017. i iznosio je 0,310 m³/s. Prosječni protok na istoimenoj postaji iznosi 28,2 m³/s, dok su prosječni minimalni protoci oko 15,3 m³/s te prosječni maksimalni protoci oko 54,0 m³/s.

Tablica 5.4.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za minimalne mjesečne i godišnje protoke - Roški slap

Roški Slap - Mjesečni i godišnji minimumi protoka (m ³ /s) za period 2010. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	18,5	28,9	26,4	19,3	17,4	13,6	8,72	8,40	7,66	8,52	10,3	22,7	15,3
σ	11,04	12,15	12,54	9,19	7,94	4,34	3,55	2,56	3,58	3,32	4,27	15,4	5,25
Cv	0,596	0,420	0,475	0,475	0,456	0,319	0,407	0,305	0,467	0,390	0,413	0,677	0,344
MAX	41,4	51,8	42,3	36,5	30,9	22,2	13,8	13,5	17,4	17,4	17,1	51,8	23,8
MIN	3,69	10,6	6,27	6,57	4,25	8,56	0,840	4,14	3,37	5,13	1,51	0,310	7,23

Tablica 5.5.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za srednje mjesečne i godišnje protoke - Roški Slap

Roški Slap - Mjesečni i godišnji srednjaci protoka (m ³ /s) za period 2010. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	40,4	45,5	46,8	31,6	26,2	20,7	10,9	9,43	14,1	18,7	32,6	49,0	28,2
σ	20,1	21,5	25,9	15,9	10,7	7,81	4,39	3,21	17,3	12,8	15,1	23,9	9,54
Cv	0,497	0,472	0,553	0,502	0,408	0,377	0,401	0,341	1,22	0,683	0,462	0,488	0,338
MAX	92,1	81,7	103	66,3	43,9	41,8	17,1	16,4	67,0	52,1	53,9	88,1	45,0
MIN	19,1	13,28	13,9	10,84	8,70	10,9	1,26	5,58	1,10	6,04	9,60	20,3	17,6

Tablica 5.6.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za maksimalne mjesečne i godišnje protoke - Roški Slap

Roški Slap - Mjesečni i godišnji maksimumi protoka (m ³ /s) za period 2010. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	85,7	78,2	81,8	64,7	54,7	31,9	14,1	12,1	20,3	45,7	69,7	89,4	54,0
σ	41,6	41,8	49,3	39,2	29,5	17,9	4,82	4,66	32,0	41,9	39,2	51,1	19,0
Cv	0,485	0,535	0,603	0,606	0,540	0,560	0,342	0,386	1,57	0,918	0,563	0,571	0,351
MAX	169	145	185	139	102	71,4	23,1	22,2	120	156	145	202	84,3
MIN	26,0	14,6	22,7	12,2	9,55	8,64	6,57	6,85	3,73	11,4	11,4	31,6	29,0

Hidrološka postaja Ključice nalazi se na vodotoku rijeke Čikole. Izvor Čikole započinje na padinama Svilaje, prolazi kroz kanjon nakon kojeg se ulijeva u Visovačko jezero koji je ujezereni dio rijeke Krke. Radom je započela godine 1985. U nastavku su prikazane tablice za minimalne, srednje i maksimalne mjesečne i godišnje protoke, te njihova standardna devijacija i koeficijent varijacije. Iz priloženih tablica 5.7., 5.8. i 5.9. vidimo kako je najveći protok bio u svibnju godine 2019., dok je najmanji protok od 0 m³/s

zapažen u svim mjesecima, što nam govori kako korito često presušuje. Razlog tome je okolnost da se veliki dio vode na izvoru koristi za potrebe grada Drniša, kao i da se zbog krškog terena javljaju poniranja u koritu Čikole uzvodno od hidrološke postaje. Prosječni protok iznosi oko 4,12 m³/s, prosječni minimalni protoci oko 0,504 m³/s te prosječni godišnji maksimalni protoci oko 14,8 m³/s.

Tablica 5.7.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za minimalne mjesečne i godišnje protoke - Ključice

Ključice (Čikola) - Mjesečni i godišnji minimumi protoka (m ³ /s) za period 1987. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	0,991	1,58	1,64	0,485	0,057	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,003	1,27	0,504
σ	1,84	3,35	3,00	1,08	0,153	0,000	0,000	0,000	0,000	0,076	0,017	2,12	0,574
Cv	1,86	2,12	1,83	2,22	2,68	0,000	0,000	0,000	0,000	5,01	5,74	1,67	1,14
MAX	7,22	14,9	13,3	5,27	0,748	0,000	0,000	0,000	0,000	0,444	0,102	8,80	2,14
MIN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablica 5.8.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za srednje mjesečne i godišnje protoke - Ključice

Ključice (Čikola) - Mjesečni i godišnji srednjaci protoka (m ³ /s) za period 1987. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	8,06	7,98	6,74	5,40	2,24	0,476	0,077	0,036	1,02	1,60	5,61	10,3	4,12
σ	7,59	8,13	6,64	5,13	2,62	0,898	0,302	0,210	3,05	3,42	6,07	8,60	2,21
Cv	0,942	1,02	0,985	0,950	1,169997	1,89	3,94	5,74	2,98	2,13	1,08	0,838	0,535
MAX	23,7	28,0	30,0	23,1	8,62	3,53	1,73	1,24	12,7	16,6	20,8	31,1	10,1
MIN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,590

Tablica 5.9.: Prikaz osnovnih statističkih pokazatelja za maksimalne mjesečne i godišnje protoke - Ključice

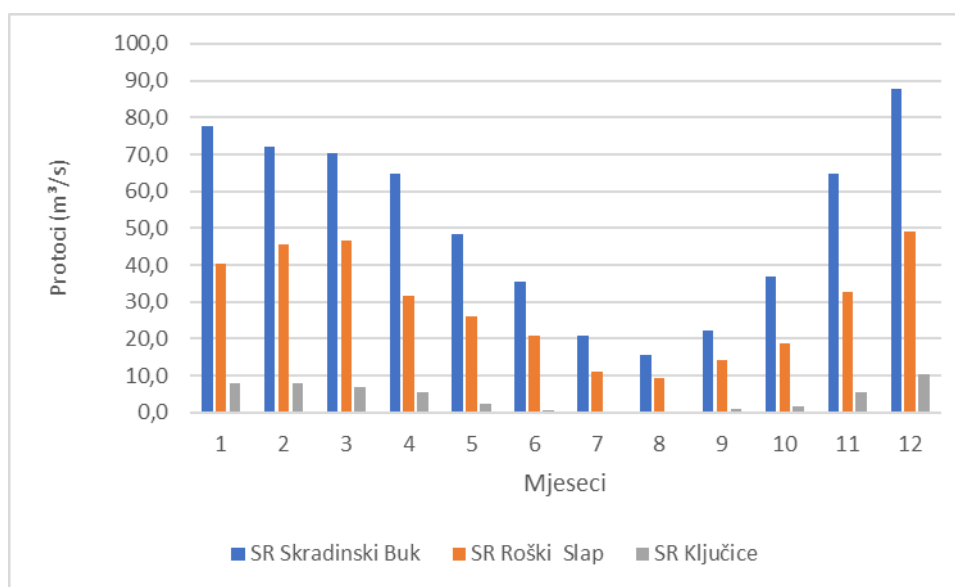
Ključice (Čikola) - Mjesečni i godišnji maksimumi protoka (m ³ /s) za period 1987. - 2020.g.													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
SR	26,5	23,6	20,1	19,2	12,2	3,28	0,682	0,538	5,01	9,27	25,7	31,5	14,8
σ	19,4	18,0	15,9	14,9	16,9	4,88	1,99	3,09	12,2	16,2	20,6	19,9	5,90
Cv	0,733	0,764	0,788	0,775	1,38	1,49	2,92	5,74	2,43	1,75	0,801	0,632	0,398
MAX	66,2	61,9	58,7	54,1	88,1	16,0	9,57	18,3	49,5	72,8	62,3	71,9	28,2
MIN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,38

U nastavku je prikazana tablica 5.10. sa srednjim vrijednostima na hidrološkim postajama Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice za period promatranja od 1947. do 2020. godine po mjesecima te grafički prikaz vrijednosti količina protoka u ovisnosti o mjesecima za srednje protoke. Na slikama 5.4., 5.5. i 5.6. prikazana je unutargodišnja raspodjela minimalnih, srednjih te maksimalnih vrijednosti protoka za mjesečne i godišnje minimume, srednjake te maksimume protoka na postaji Skradinski Buk. Iz priloženih

grafova unutargodišnje raspodjele možemo primijetiti kako se najveća odstupanja događaju kod maksimalnih protoka čije vrijednosti se dosta razlikuju od mjeseca do mjeseca (kod unutargodišnje raspodjele za mjesečne i godišnje minimume protoka vidimo nagli porast maksimalnih protoka s mjeseca rujna na listopad), dok su protoci srednjih i minimalnih vrijednosti ujednačeniji s mjestimičnim padom ili porastom.

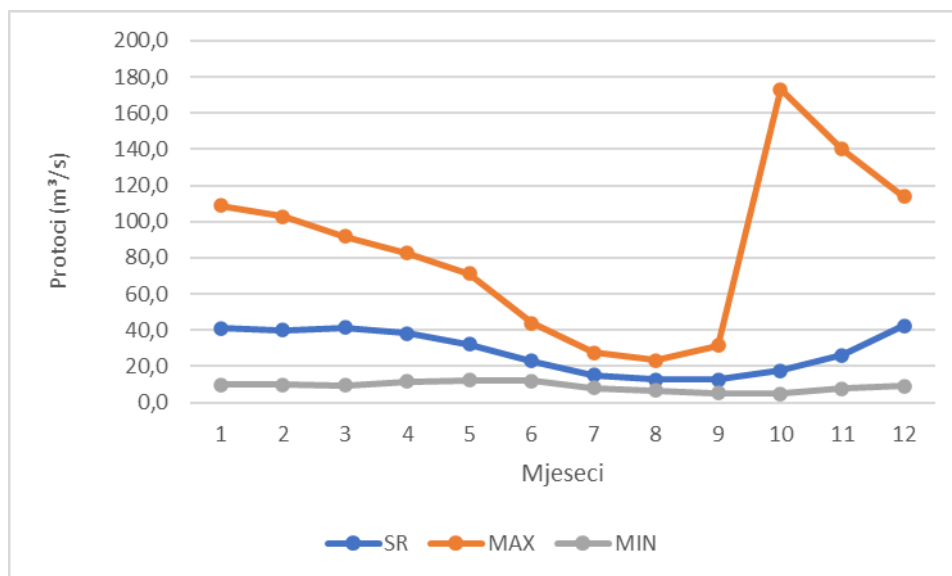
Tablica 5.10.: Prikaz srednjih vrijednosti za hidrološke postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice po mjesecima kao i udio vodne bilance Čikole u ukupnim protocima Krke

Prikaz srednjih vrijednosti protoka (m ³ /s) po mjesecima													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god
SR Skradinski Buk	77,8	72,0	70,4	64,9	48,3	35,4	20,8	15,4	22,3	36,7	64,8	87,8	51,7
SR Roški Slap	40,4	45,5	46,8	31,6	26,2	20,7	10,9	9,43	14,1	18,7	32,6	49,0	28,2
SR Ključice	8,06	7,98	6,74	5,40	2,24	0,476	0,077	0,036	1,02	1,60	5,61	10,3	4,1
Udio Čikole (%)	10,4	11,1	9,6	8,30	4,60	1,300	0,400	0,200	4,60	4,40	8,70	11,7	8,00

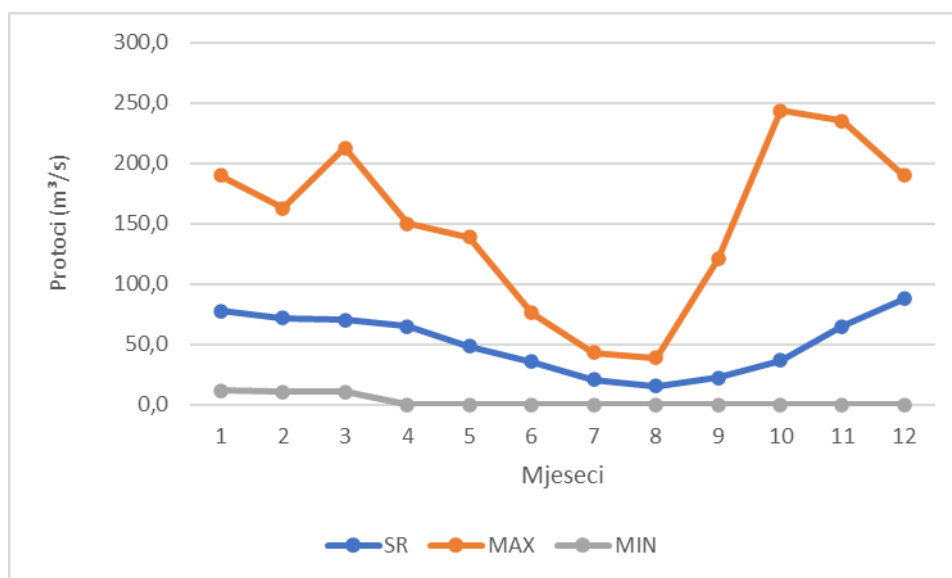


Slika 5.3.: Grafički prikaz srednjih vrijednosti godišnjih nizova mjesečnih protoka postaja Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice u periodu 1947.-2020.godine (izradio: autor)

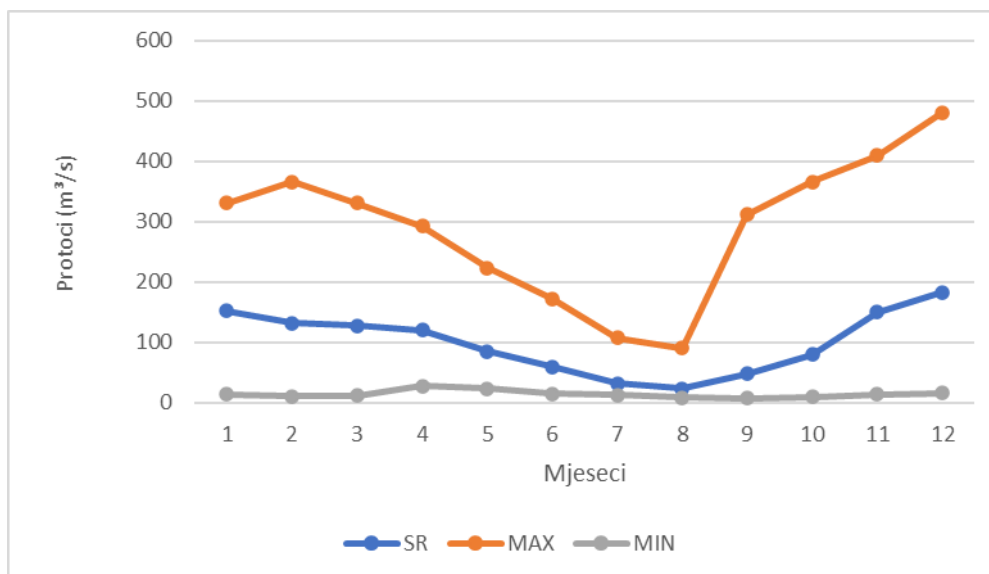
Vidljivo je i da je udio Čikole u ukupnoj vodnoj bilanci Krke, odnosno bilanci dotoka u Visovačko jezero vrlo promjenjiv. Na razini godišnjeg prosjeka iznosi oko 8%, ali tijekom godine varira između 0,2% (tijekom kolovoza kad su presušivanja Čikole najdugorajnja) i 11.7% tijekom prosinca kada su dotoci najveći.



Slika 5.4.: Unutargodišnja raspodjela za mjesečne i godišnje minimume protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine (izradio autor)



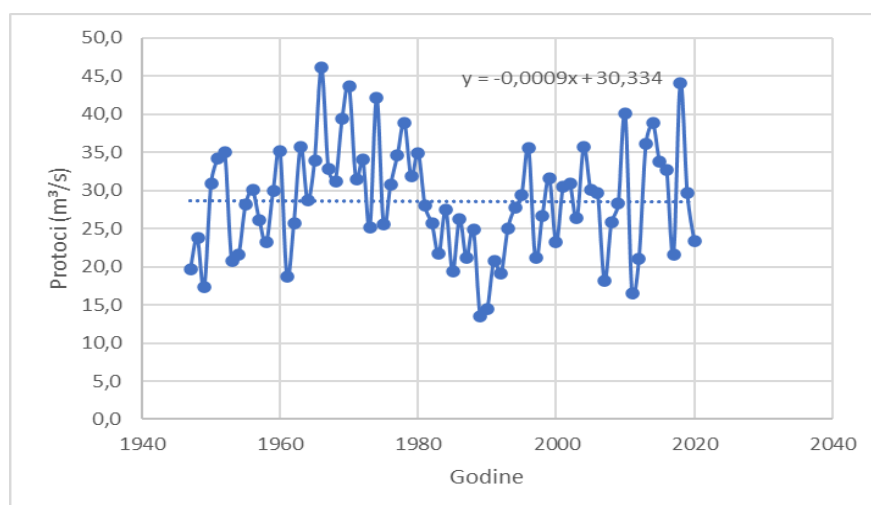
Slika 5.5.: Unutargodišnja raspodjela za mjesečne i godišnje srednjake protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine (izradio: autor)



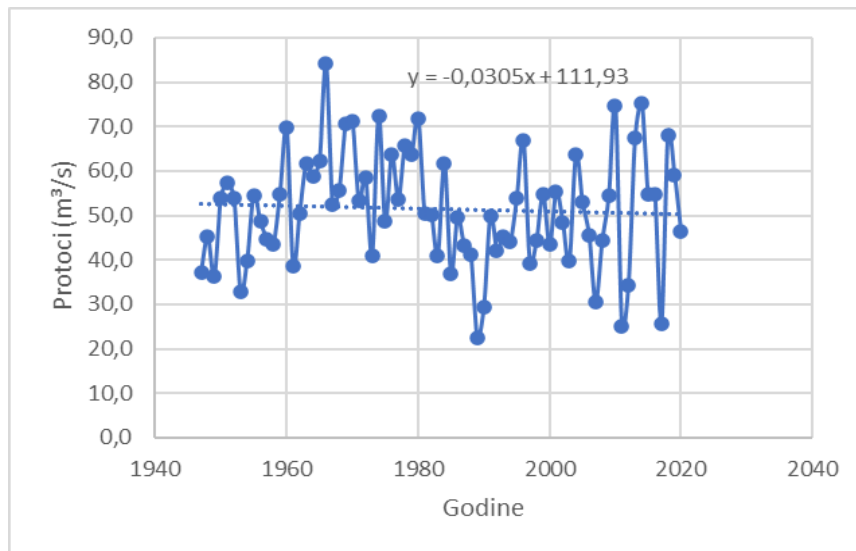
Slika 5.6.: Unutargodišnja raspodjela za mjesečne i godišnje maksimume protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine (izradio: autor)

5.1.3. Hod karakterističnih godišnjih vrijednosti i njihov trend za hidrološku postaju Skradinski Buk

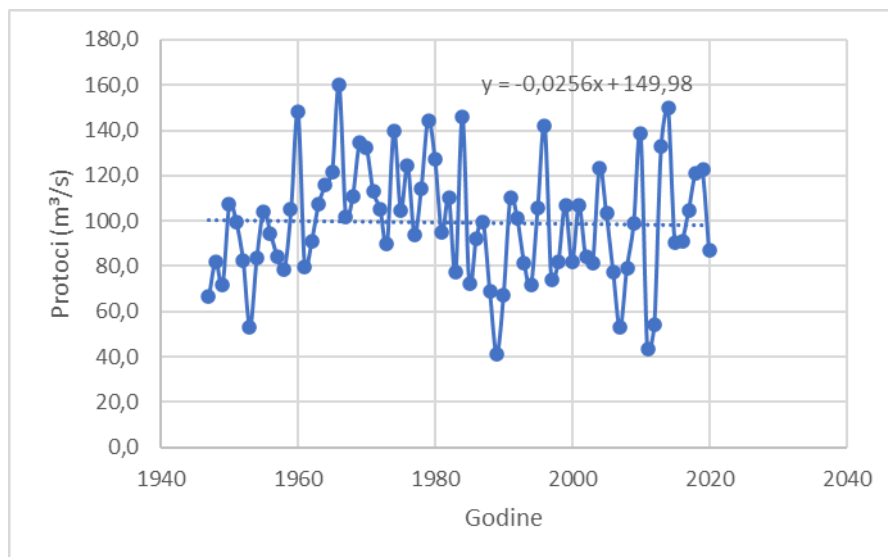
Na sljedećim slikama 5.7., 5.8. i 5.9. prikazan je hod, odnosno trend maksimalnih, srednjih i minimalnih protoka za promatrano razdoblje mjerenja protoka na hidrološkoj postaji Skradinski Buk. Iz priloženih grafova možemo vidjeti kako je linija trenda za godišnje minimume, srednjake te maksimume u blagom padu unutar promatranog razdoblja 1947.-2020. godine. Godišnja količina protoka kod minimalnih protoka kreće se od 10 m³/s do 50 m³/s, kod srednjih protoka od 20 m³/s do 90 m³/s te kod maksimalnih protoka od 40 m³/s do 160 m³/s.



Slika 5.7.: Hod i trend godišnjih minimuma protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine (izradio: autor)



Slika 5.8.: Hod i trend godišnjih srednjaka protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.- 2020. godine (izradio: autor)



Slika 5.9.: Hod i trend godišnjih maksimuma protoka postaje Skradinski Buk u periodu 1947.-2020. godine (izradio: autor)

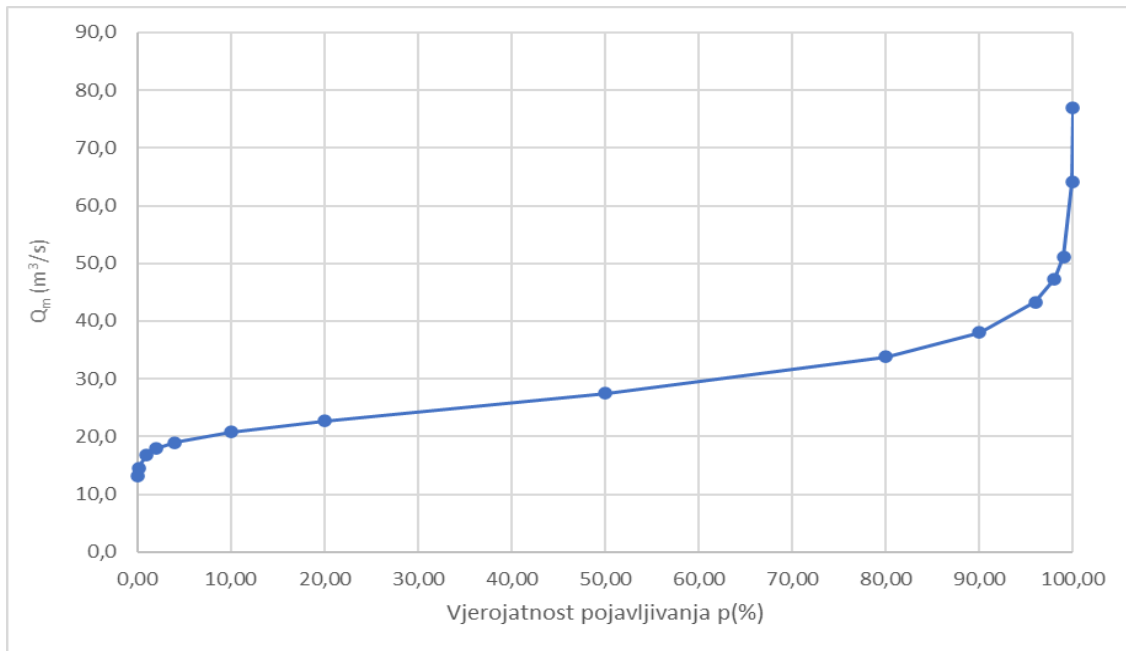
5.1.4. Vjerojatnost pojave maksimalnih i minimalnih vrijednosti godišnjih količina protoka

Za vjerojatnost pojavljivanja karakterističnih godišnjih protoka na postaji Skradinski Buk korištena je Gumbelova raspodjela čiji su rezultati obrade prikazani u nastavku. Pri tome je vjerojatnost pojave prosječnih maksimalnih protoka razmatrano u smjeru pojave najvećih vrijednosti, srednjih protoka u smjeru pojave i najmanjih i najvećih vrijednosti, te

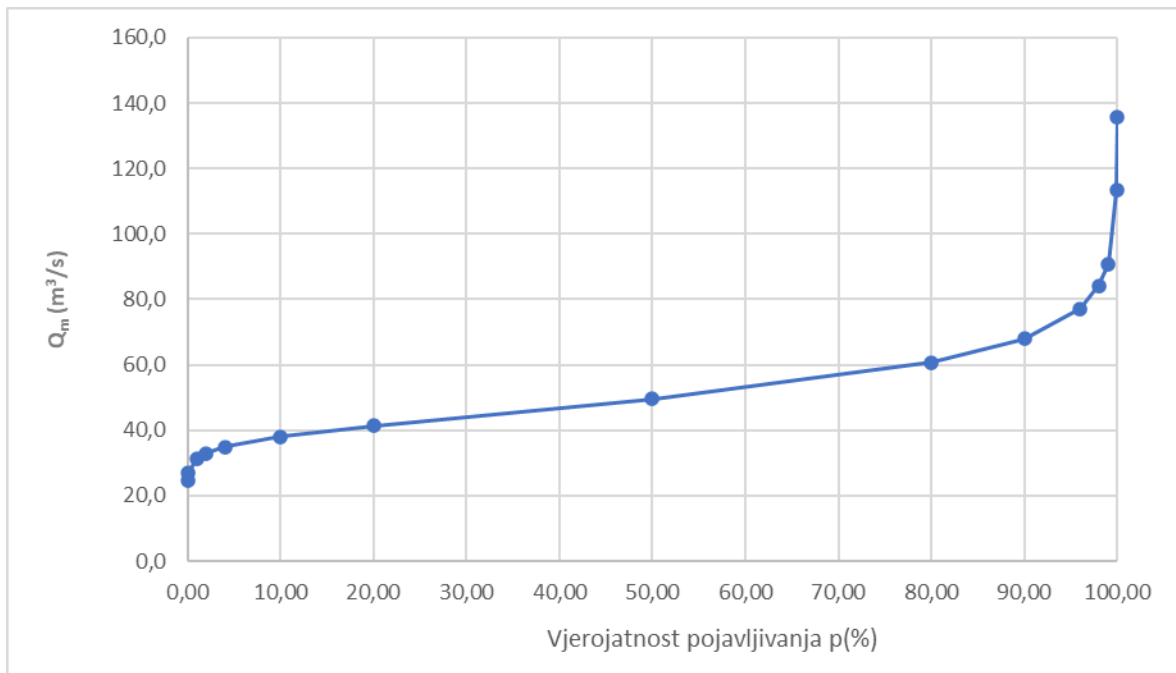
vjerojatnost pojavljivanja prosječnih minimalnog protoka u smjeru pojave najmanjih vrijednosti . Iz priložene tablice 5.11. u nastavku rada može se vidjeti kako bi za promatrano povratno razdoblje od 100 godina minimalni protok u smjeru minimuma iznosio 16,9 m³/s, dok bi za isti povratni period srednji protok u smjeru minimuma iznosio 31,1 m³/s. Na slikama 5.10. i 5.11. prikazan je grafički dijagram s mogućnošću pojavljivanja minimalnih i srednjih protoka u smjeru minimuma. Za vjerojatnost pojavljivanja srednjih godišnjih protoka napravljen je izračun Gumbelove raspodjele u oba smjera, odnosno u smjeru pojave najmanjih i najvećih vrijednosti.

Tablica 5.11...: Gumbelova raspodjela vjerojatnosti pojavljivanja minimalnih i srednjih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti (izradio: autor)

PP (god.)	p(%)	p ₁	z	Q _m (m ³ /s) minimalni protoci	Q _m (m ³ /s) srednji protoci
1,0001	99,99	0,0001	9,21	76,9	135,8
1,0010	99,9	0,0010	6,91	64,0	113,4
1,0101	99	0,0100	4,60	51,1	90,8
1,0204	98	0,0200	3,91	47,3	84,1
1,0417	96	0,0400	3,20	43,3	77,2
1,1111	90	0,1000	2,25	38,0	68,0
1,25	80	0,2000	1,50	33,8	60,6
2	50	0,5000	0,37	27,5	49,6
5	20	0,8000	-0,48	22,7	41,4
10	10	0,9000	-0,83	20,8	37,9
25	4	0,9600	-1,15	19,0	34,8
50	2	0,9800	-1,35	17,9	32,9
100	1	0,9900	-1,53	16,9	31,1
1000	0,1	0,9990	-1,94	14,6	27,1
10000	0,01	0,9999	-2,20	13,1	24,6



Slika 5.10.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja prosječnih minimalnih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za razdoblje 1947.-2020.g. (izradio: autor)

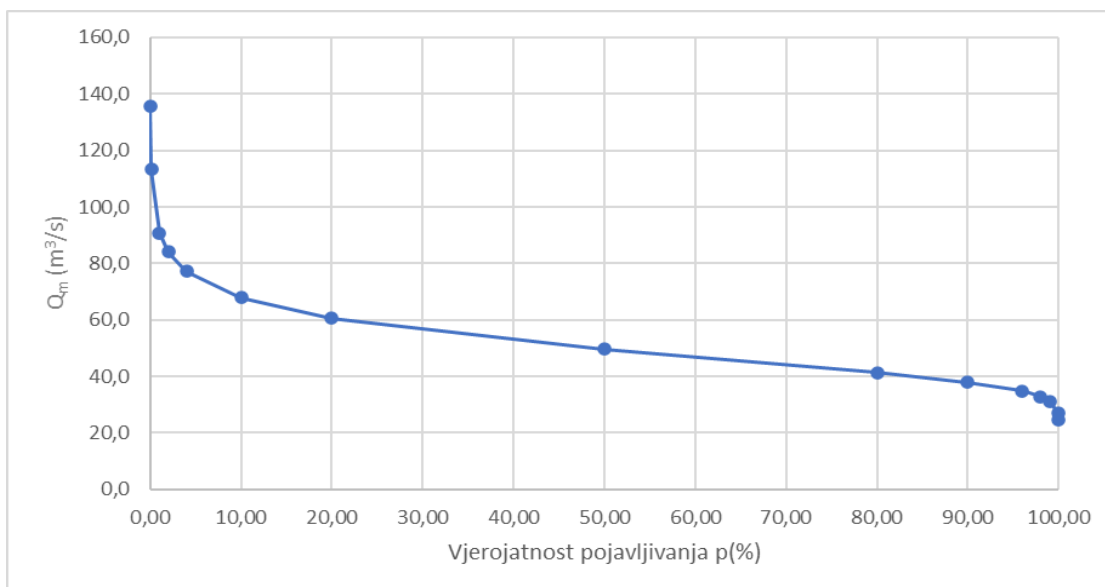


Slika 5.11.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za razdoblje 1947.- 2020. g (izradio autor)

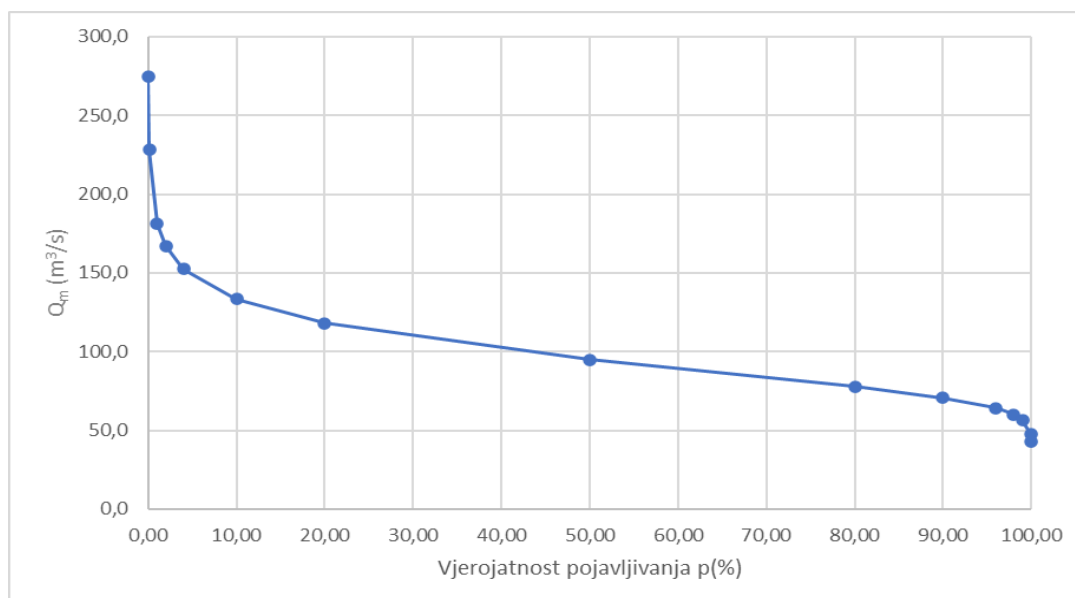
U posljednjoj tablici Gumbelove raspodjele koja se odnosi na vjerojatnost pojavljivanja maksimalnih i srednjih godišnjih protoka u smjeru maksimuma može se iščitati kako bi se za promatrani periodu unutar povratnog perioda od 100 godina prosječni godišnji maksimalni protok na postaji Skradinski Buk iznosio 181,1 m³/s, te srednji protok za isti promatrani povratni period u smjeru maksimuma iznosio bi 90,8 m³/s čiji su rezultat prikazani i grafički na slikama 5.12. i 5.13. u nastavku.

Tablica 5.12.: Vjerojatnost pojavljivanja maksimalnih i srednjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti (izradio:autor)

PP (god.)	p(%)	p ₁	z	Q _m (m ³ /s) srednji protoci	Q _m (m ³ /s) maksimalni protoci
10000	0,01	0,9999	9,21	135,8	274,9
1000	0,1	0,9990	6,91	113,4	228,1
100	1	0,9900	4,60	90,8	181,1
50	2	0,9800	3,91	84,1	167,0
25	4	0,9600	3,20	77,2	152,6
10	10	0,9000	2,25	68,0	133,2
5	20	0,8000	1,50	60,6	118,0
2	50	0,5000	0,37	49,6	95,0
1,25	80	0,2000	-0,48	41,4	77,7
1,1111	90	0,1000	-0,83	37,9	70,6
1,0417	96	0,0400	-1,15	34,8	64,1
1,0204	98	0,0200	-1,35	32,9	60,0
1,0101	99	0,0100	-1,53	31,1	56,3
1,0010	99,9	0,0010	-1,94	27,1	48,0
1,0001	99,99	0,0001	-2,20	24,6	42,7



Slika 5.12.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za razdoblje 1947.-2020.g. (izradio: autor)



Slika 5.13.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja maksimalnih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za razdoblje 1947.-2020.g. (izradio: autor)

5.1.5. Vjerojatnost pojave maksimalnih i minimalnih vrijednosti godišnjih količina protoka na promatranim postajama

U nastavku rada prikazana je analiza vjerojatnosti pojave karakterističnih godišnjih protoka u smjeru najvećih i najmanjih vrijednosti prema Gumbelu za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice. Na tablici 5.13. vidimo usporednih prikaz

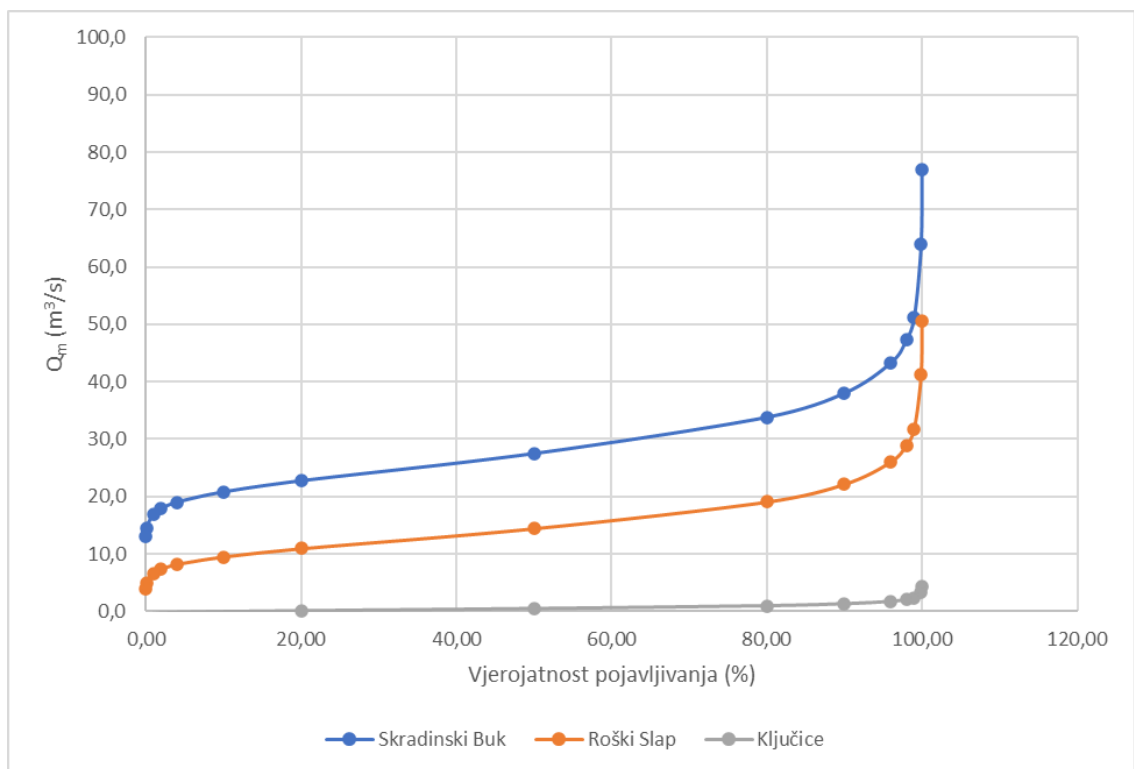
vjerojatnosti pojavljivanja prosječnih minimalnih i srednjih godišnjih protoka u smjeru minimuma pri čemu za povratni period od 100 godina prosječni godišnji minimalni protok na Skradinskom Buku iznosi 16,9 m³/s, na Roškom Slapu iznosi 6,6 m³/s, dok na postaji Ključice za isti povratni period nastupa sušno razdoblje.

Na istoimenoj tablici prikazan je i usporedni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru minimuma. Prema spomenutoj tablici možemo vidjeti kako bi za povratni period od 100 godina srednji protok postaje Skradinski Buk iznosio 31,1 m³/s, na postaji Roški slap 13,2 m³/s, te na postaji Ključice iznosio 0,5 m³/s.

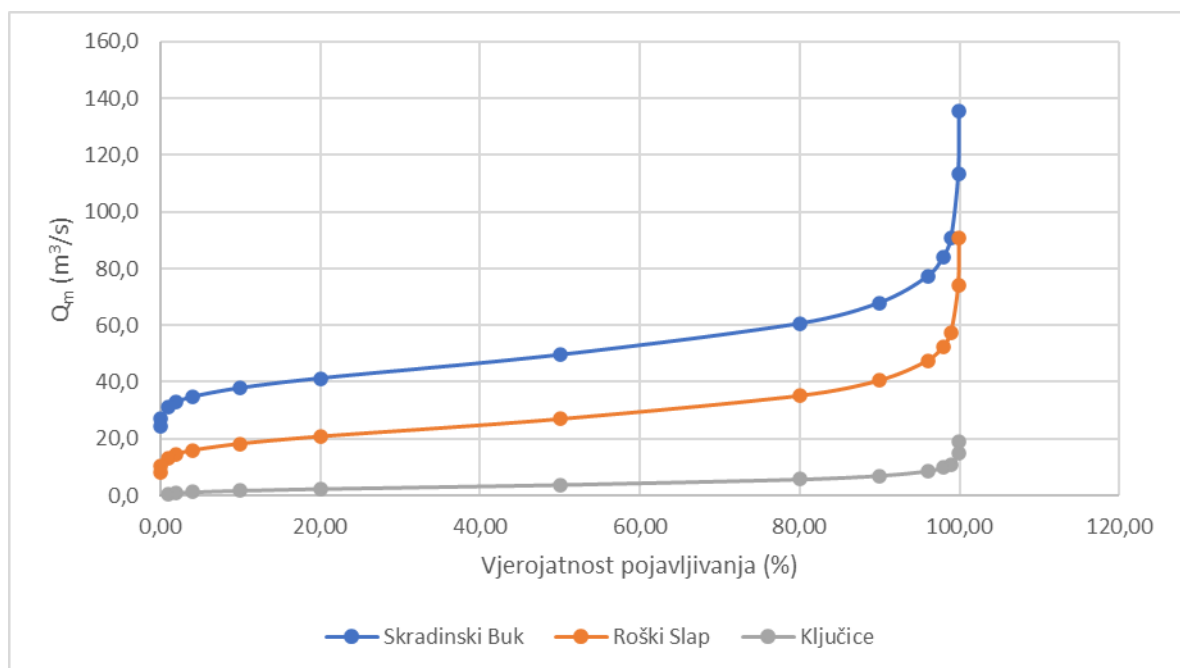
Grafički prikaz na slici 5.14. prikazuje vjerojatnost pojavljivanja prosječnih minimalnih godišnjih protoka u smjeru minimuma za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice, te slika 5.15. koja prikazuje vjerojatnost pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru minimuma za istoimene promatrane stanice.

Tablica 5.13.: Usporedni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja minimalnih i srednjih godišnjih protoka u smjeru minimuma za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice (izradio: autor)

PP (god.)	p(%)	p ₁	z	Q _m (m ³ /s) Skradinski Buk (minimalni protoci)	Q _m (m ³ /s) Roški Slap (minimalni protoci)	Q _m (m ³ /s) Ključice (minimalni protoci)	Q _m (m ³ /s) Skradinski Buk (srednji protoci)	Q _m (m ³ /s) Roški Slap (srednji protoci)	Q _m (m ³ /s) Ključice (srednji protoci)
1,0001	99,99	0,0001	9,21	76,9	50,6	4,4	135,8	90,9	19,0
1,0010	99,9	0,0010	6,91	64,0	41,2	3,3	113,4	74,3	15,0
1,0101	99	0,0100	4,60	51,1	31,7	2,3	90,8	57,6	11,0
1,0204	98	0,0200	3,91	47,3	28,9	2,0	84,1	52,6	9,9
1,0417	96	0,0400	3,20	43,3	26,0	1,7	77,2	47,4	8,6
1,1111	90	0,1000	2,25	38,0	22,1	1,3	68,0	40,5	7,0
1,25	80	0,2000	1,50	33,8	19,0	0,9	60,6	35,1	5,7
2	50	0,5000	0,37	27,5	14,4	0,4	49,6	26,9	3,8
5	20	0,8000	-0,48	22,7	10,9	0,0	41,4	20,8	2,3
10	10	0,9000	-0,83	20,8	9,5	0,0	37,9	18,2	1,7
25	4	0,9600	-1,15	19,0	8,2	0,0	34,8	15,9	1,2
50	2	0,9800	-1,35	17,9	7,4	0,0	32,9	14,5	0,8
100	1	0,9900	-1,53	16,9	6,6	0,0	31,1	13,2	0,5
1000	0,1	0,9990	-1,94	14,6	4,9	0,0	27,1	10,2	0,0
10000	0,01	0,9999	-2,20	13,1	3,9	0,0	24,6	8,3	0,0



Slika 5.14.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja minimalnih prosječnih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice (izradio: autor)



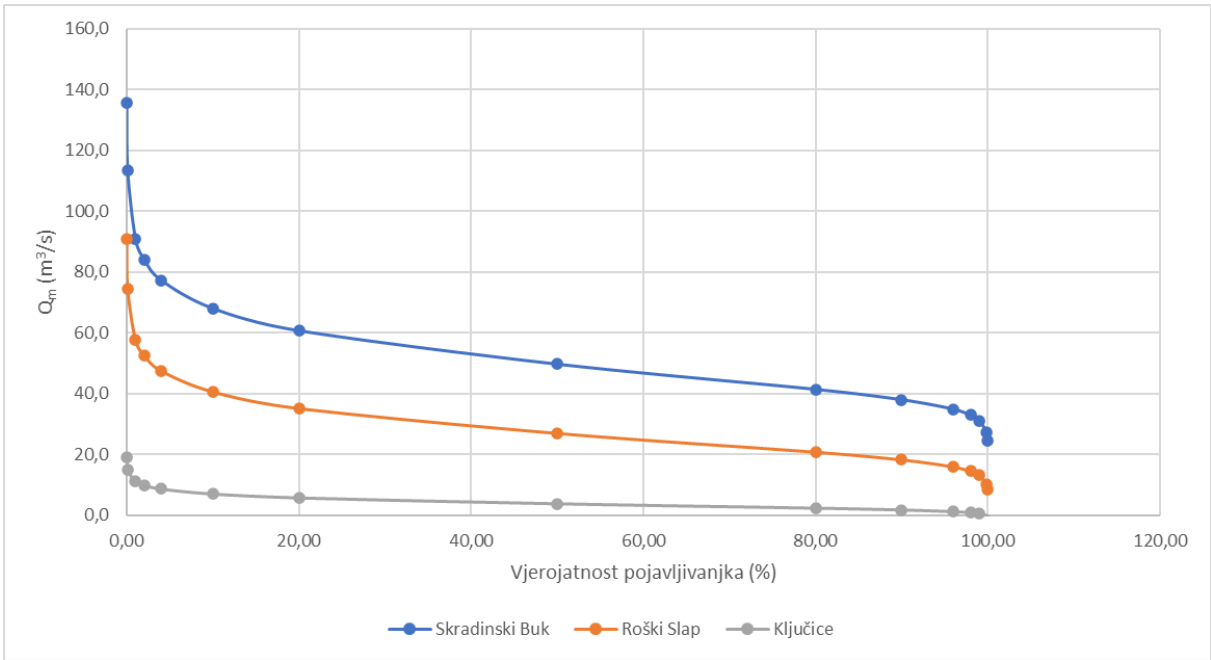
Slika 5.15.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najmanjih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice (izradio: autor)

Na tablici 5.14. vidimo usporedni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih i maksimalnih prosječnih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice pri čemu bi prosječni godišnji maksimalni protok za povratni period od 100 godina, prema priloženim podacima, na postaji Skradinski Buk iznosio 181,1 m³/s, na postaji Roški Slap 113,5 m³/s te na postaji Ključice iznosio 33,3 m³/s, pri čemu vidimo razliku protoka rijeka Krke i Čikole za skoro 100 m³/s. Srednji godišnji protok u smjeru maksimuma za isti povratni period na postaji Skradinski Buk iznosio bi 90,8 m³/s, na postaji Roški Slap 57,6 m³/s te na postaji Ključice 11,0 m³/s.

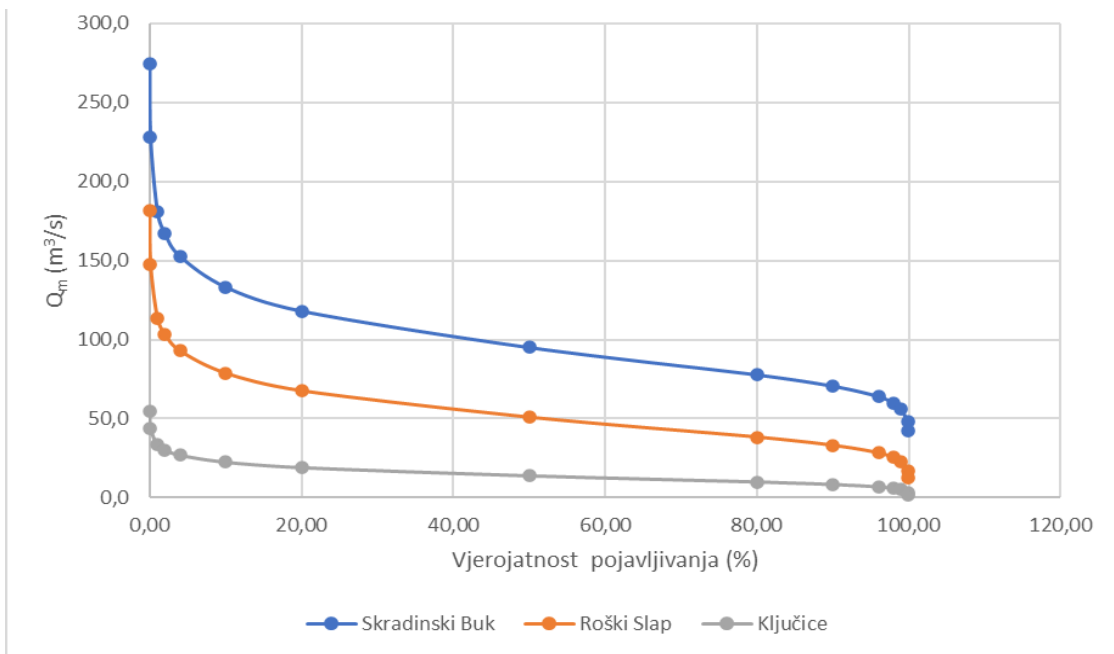
Grafički prikaz na slici 5.16. prikazuje nam vjerojatnost pojavljivanja srednjih godišnjih vrijednosti u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice i slika 5.17. koja prikazuje vjerojatnost pojavljivanja maksimalnih prosječnih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slape te Ključice prema čemu možemo vidjeti veličinu razlike u veličinima protoka između pojedinih postaja, ponajviše između postaja Skradinski Buk i Ključice.

Tablica 5.14.: Usporedni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja srednjih i maksimalnih godišnjih protoka u smjeru najvećoh vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice (izradio: autor)

PP (god.)	p(%)	p ₁	z	Q _m (m ³ /s) Skradinski Buk (srednji protoci)	Q _m (m ³ /s) Roški Slap (srednji protoci)	Q _m (m ³ /s) Ključice (srednji protoci)	Q _m (m ³ /s) Skradinski Buk (maksimalni protoci)	Q _m (m ³ /s) Roški Slap (maksimalni protoci)	Q _m (m ³ /s) Ključice (maksimalni protoci)
10000	0,01	0,9999	9,21	135,8	90,9	19,0	274,9	181,8	54,5
1000	0,1	0,9990	6,91	113,4	74,3	15,0	228,1	147,7	44,0
100	1	0,9900	4,60	90,8	57,6	11,0	181,1	113,5	33,3
50	2	0,9800	3,91	84,1	52,6	9,9	167,0	103,3	30,2
25	4	0,9600	3,20	77,2	47,4	8,6	152,6	92,8	26,9
10	10	0,9000	2,25	68,0	40,5	7,0	133,2	78,8	22,5
5	20	0,8000	1,50	60,6	35,1	5,7	118,0	67,7	19,1
2	50	0,5000	0,37	49,6	26,9	3,8	95,0	51,0	13,9
1,25	80	0,2000	-0,48	41,4	20,8	2,3	77,7	38,4	10,0
1,1111	90	0,1000	-0,83	37,9	18,2	1,7	70,6	33,2	8,3
1,0417	96	0,0400	-1,15	34,8	15,9	1,2	64,1	28,5	6,9
1,0204	98	0,0200	-1,35	32,9	14,5	0,8	60,0	25,5	5,9
1,0101	99	0,0100	-1,53	31,1	13,2	0,5	56,3	22,8	5,1
1,0010	99,9	0,0010	-1,94	27,1	10,2	0,0	48,0	16,8	3,2
1,0001	99,99	0,0001	-2,20	24,6	8,3	0,0	42,7	12,9	2,0



Slika 5.16.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljanja srednjih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice (izradio: autor)



Slika 5.17.: Grafički prikaz vjerojatnosti pojavljanja maksimalnih prosječnih godišnjih protoka u smjeru najvećih vrijednosti za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice (izradio: autor)

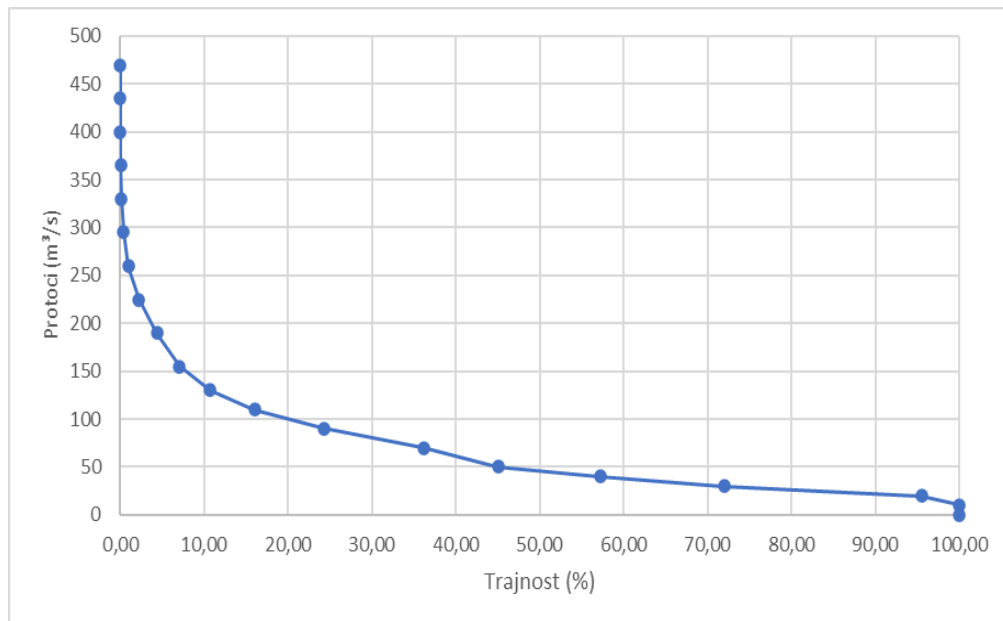
5.2. Analiza dnevnih protoka

5.2.1. Krivulje učestalosti i trajanja za hidrološku postaju Skradinski Buk

Raspored pojavljivanja srednjih dnevnih protoka prikazan je putem krivulje trajnosti na slici 5.18. Maksimalna zabilježena vrijednost protoka za karakteristične srednje dnevne protoke iznosi 465 m³/s, pa je odabran raspon vrijednosti od 0 m³/s do 470 m³/s. Prema tablici 5.15. karakterističnih trajnosti srednjih dnevnih protoka vidimo kako izrazito sušnog razdoblja za postaju Skradinski Buk nema, iz čega možemo zaključiti da je rijeka Krka izdašna preko cijele godine, odnosno da nema presušivanja tijekom godine. Najčešće vrijednosti karakterističnih srednjih dnevnih protoka kreću se između 20 i 70 m³/s unutar razdoblja promatranja 1947.-2020. godine.

Tablica 5.15.: Prikaz trajnosti karakterističnih srednjih dnevnih protoka za promatrano razdoblje 1947.-2020.g. (izradio autor)

Prag protoka (m ³ /s)	Trajnosti (%)
SUHO	100,00
>10	100,00
>20	95,47
>30	71,96
>40	57,28
>50	45,04
>70	36,14
>90	24,28
>110	16,00
>130	10,74
> 155	7,08
>190	4,43
> 225	2,25
> 260	1,01
>295	0,44
>330	0,17
>365	0,06
>400	0,01
>435	0,00
>470	0,00



Slika 5.18.: Grafički prikaz krivulje trajnosti za karakteristične srednje dnevne protoke za promatrano razdoblje 1947.-2020.g. (izradio: autor)

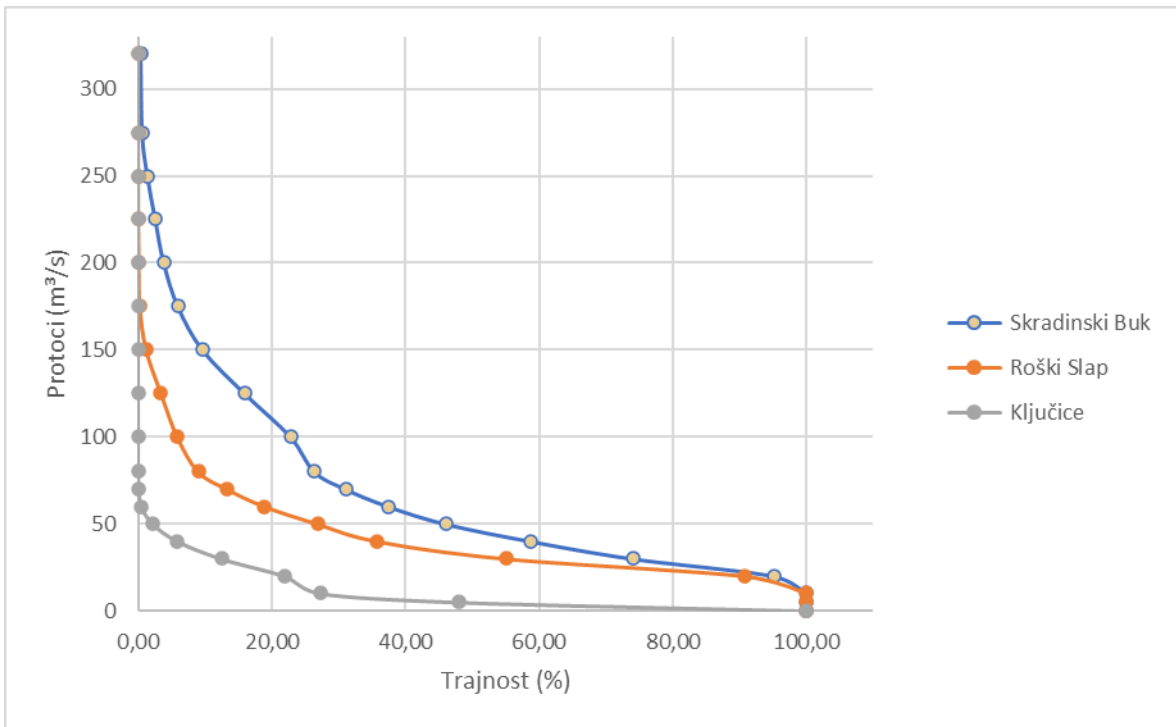
5.2.2. *Krivulje učestalosti i trajanja za promatrane hidrološke postaje Skradinski Buk, Roški Slap te Ključice*

Provedena analiza trajanja pojedinih vrijednosti protoka prikazana je pomoću krivulje trajanja čiji su rezultati zabilježeni u tablici 5.16. Prema priloženoj tablici možemo vidjeti kako kod vodostaja Krke, odnosno kod postaja Skradinski Buk i Roški Slap, izrazito sušnih razdoblja sa stanjima presušivanja protoka tijekom promatranog razdoblja nije bilo, u odnosu na postaju Ključice, za koju je zabilježena trajnost od 5299 % potpunog presušivanja dnevnih protoka unutar promatranog razdoblja od 2010. do 2020. godine.

Kod postaje Skradinski Buk najviše protoka zabilježeno je između raspona od 100 do 125 m³/s, postaje Roški Slap između raspona od 10 do 20 m³/s te postaja Ključice čiji vodostaj prednjači u razredu suhog razdoblja. To ukazuje kako je vodostaj rijeke Čikole većim dijelom godine presušujući, a dodatni problem stvara i korištenje vode s izvora Čikole za potrebe vodoopskrbe .

Tablica 5.16.: Usporedni prikaz trajnosti između promatranih postaja Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice unutar promatranog razdoblja (izradio: autor)

Prag protoka (m ³ /s)	Trajnosti (%) Skradinski Buk	Trajnosti (%) Roški Slap	Trajnosti (%) Ključice
SUHO	100,00	100,00	100,00
>5	100,00	100,00	48,01
>10	100,00	100,00	27,38
>20	95,16	90,78	21,91
>30	74,08	55,09	12,46
>40	58,79	35,78	5,89
>50	46,01	26,84	2,19
>60	37,47	18,94	0,50
>70	31,04	13,28	0,09
>80	26,38	8,99	0,00
>100	22,82	5,84	0,00
>125	15,93	3,42	0,00
>150	9,63	1,19	0,00
>175	5,93	0,23	0,00
>200	3,83	0,09	0,00
>225	2,56	0,00	0,00
>250	1,37	0,00	0,00
>275	0,59	0,00	0,00
>320	0,37	0,00	0,00



Slika 5.19.: Grafički prikaz usporedbe krivulja trajanja srednjih dnevnih protoka za promatrane postaje Skradinski Buk, Roški Slap i Ključice unutar promatranog razdoblja (2010. -2020. g) (izradio: autor)

6. ZAKLJUČAK

U radu je provedena analiza vodnog režima rijeke Krke i njenih pritoka na dijelu njenog toka gdje je formirano Visovačko jezero. Nakon provedene analize koja se odnosi na postaju Skradinski Buk Gornji na Krki koja je na izlaznom profilu spomenutog jezera, uočeni su trendovi opadanja karakterističnih godišnjih protoka (minimalnih, srednjih i maksimalnih), ali bez naglašenoga nagiba. To je rezultat okolnosti da se vode Krke koriste za navodnjavanja, vodoopskrbu stanovništva, hidroenergiju te recipijent otpadnih voda grada Knina i okolice, ali su već sada prisutne i manifestacije klimatskih promjena.. , Mnogi faktori utječu na sami vodeni režim rijeke (npr. vrijeme, klime, količina oborina), ali na hidrološke elemente rijeka, osim prirodnih čimbenika, utječu i ljudske aktivnosti na što treba posebno obratiti pozornost jer poznato je kako u svijetu sve više nedostaje pitke vode. To se posebno odnosi na rijeku Krku jer, kao svjetska turistička atrakcija, jako je izložena ljudskom djelovanju što ima i utjecaj na prirodni svijet rijeke. Najviše izložen je Skradinski buk koji je opterećen prevelikim brojem posjetitelja (dnevno je to brojka i do 10 000). Izdašno vodno bogatstvo rijeke Krke tokom cijelog toka daju njezine pritoke Butišnica, Orašnica, Radljevac, Kosovčica te Čikola.

U radu su analizirane i hidrološke postaje Roški Slap te Ključice čiji su dobiveni rezultati usporedno prikazani sa postajom Skradinski Buk. Nakon provedene analize, vidljivo je kako je udio pritoke Čikola relativno mali na vodni režim nizvodnijeg dijela toka Krke – u godišnjoj bilanci Krke udio voda Čikole čini oko 8,0%. Pojedinih mjeseci u toplom dijelu godine taj udio još je i daleko manji (svega 0,2% u kolovozu) ali u vodnom dijelu godine je značajniji – 11,7% u najvodnijem prosincu. Za vrijeme ljeta Čikola redovito presušuje, dok za vrijeme zimskog i jesenskog perioda ona teče i prihranjuje Krku. .

Vodostaj rijeke Krke promjenjiv je što je posljedica velike količine voda tijekom jesenskog i zimskog razdoblja, dok s druge strane postoji oskudica vode tijekom ljetnog razdoblja.

LITERATURA:

Radovi:

Bonacci O., Ljubenković I., (2005.), New insights into the Krka River hydrology, *Hrvatske vode*, 13(52):265-281

Bonacci O. , Roje- Bonacci T. , Andrić I. , (2017.), Prilog izučavanju hidrologije Skradinskog buka na rijeci Krki, *Hrvatske vode*, 25 (2017) 99: 27.-36.str.

Rubinić, J., Rašić M., Guttler I., Cindrić Kalin K., Baković N. (2016.), Hidrološka istraživanja voda rijeke Krke – trendovi i utjecaji klimatskih promjena/varijacija, Građevinski fakultet u Rijeci

Jezidžić, P. (2015.), Hidrogeološke karakteristike rijeke Krke, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Zelić, M. (2017.), Upravljanje zaštićenim područjima, atrakcijska osnova i marketinška strategija NP „Krka“, Sveučilište u Šibeniku, Šibenik.

Žugaj, R. (2009.): Hidrologija za agroekologe, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb

Projekti:

Vodoprivredni biro (2021.): Batimetrijska, psalmološka i morfološka karakterizacija prirodnih jezera, Hrvatske vode, VPB-TGS-19-0018, Zagreb.

Predavanja:

Ožanić, N. (2004.): Predavanja – Hidrologija 1., Građevinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka

Web stranice:

BUK Zaštita, Vodni režim rijeke Krke – Skradinski buk 2010. godine: <http://npkrka.hr.win9.mojsite.com/buk/buk3/files/assets/downloads/page0008.pdf>
(15.4.2022.)

Državni hidrometeorološki zavod – sektor za hidrologiju: <https://hidro.dhz.hr> (22.4.2022.)

Web časopis Ludens Media: <https://www.ludens.media/visovac-i-visovacko-jezero/>
(22.4.2022.)

Službene stranice NP „Krka“ : <http://np-krka.hr/stranice/kako-je-sve-poceloizvor/513.html>
(23.5.2022.)

Službene stranice NP „Krka“ : <https://np-krka.hr/stranice/hidrologija-rijeka-krke-newsletter/470/hr.html> (23.5.2022.)

Web časopis Dinarsko gorje: <https://www.dinarskogorje.com/dalmatinski-slivovi.html#>
(27.5.2021.)

Tipologija protočnih režima rijeka u Hrvatskoj : <https://hrcak.srce.hr/file/155899>
(29.5.2022.)