

Provjera homogenosti padalina i protoka korištenjem krivulje dvostruke mase

Torlak, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:123286>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

ZAVRŠNI RAD

Zvonimir Torlak

Split, 2016.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Zvonimir Torlak

**Provjera homogenosti padalina i protoka
korištenjem krivulje dvostruke mase**

Završni rad

Mentor: prof. dr. sc. Vesna Denić-Jukić

Split, 2016.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT: Zvonimir Torlak
BROJ INDEKSA: 1503
KATEDRA: **Katedra za hidrologiju**
PREDMET: Hidrologija

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Provjera homogenosti protoka i padalina korištenjem krivulje dvostruke mase

Opis zadatka: Zadatak kandidata je provjeriti homogenost podataka o padalinama na mjernim postajama Dugopolje i Muć te podataka o protocima za rijeke Jadro i Žrnovnica koristeći krivulju dvostruke mase.

U Splitu, 01.04.2016.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc. Vesna Denić-Jukić

Provjera homogenosti padalina i protoka korištenjem krivulje dvostruke mase

Sažetak:

U ovom radu prikazan je postupak provjere homogenosti niza podataka o godišnjim i mjesečnim padalinama na mjernim postajama Muć i Dugopolje korištenjem krivulje dvostruke mase. Također, pomoću krivulje dvostruke mase provjerena je homogenost godišnjih i mjesečnih protoka na rijekama Jadro i Žrnovnici.

Ključne riječi:

hidrologija, krš, padalina, protok, krivulja dvostruke mase

Checking the homogeneity of rainfall and flow using double-mass curve

Abstract:

This paper presents the process of checking the homogeneity of a series of data about annual and monthly rainfall at monitoring stations Muć and Dugopolje using double-mass curve. Also, by using a double-mass curve the homogeneity of the annual and monthly flow of the rivers Jadro and Žrnovnica is checked.

Keywords:

hydrology, karst, rainfall, flow, double-mass curve

SADRŽAJ

1	UVOD	1
1.1	OPĆENITO O KRŠU	1
2	RIJEKE JADRO I ŽRNOVNICA	3
2.1	RIJEKA JADRO	3
2.2	RIJEKA ŽRNOVNICA	4
3	UREĐAJI ZA MJERENJE KOLIČINE OBORINA I PROTOKA	5
3.1	KIŠOMJER	5
3.2	HIDROMETRIJSKO KRILO	7
4	POGREŠKE PRI MJERENJU KOLIČINE OBORINA I PROTOKA	9
4.1	POGREŠKE PRI MJERENJU KOLIČINE OBORINA.....	9
4.2	POGREŠKE PRI MJERENJU PROTOKA	11
5	OBRADA PODATAKA O OBORINAMA I PROTOCIMA	13
5.1	OBRADA PODATAKA O OBORINAMA.....	13
5.2	OBRADA PODATAKA O PROTOCIMA	14
6	HIDROLOŠKA ANALIZA	18
6.1	PROVJERA HOMOGENOSTI PODATAKA O OBORINAMA	18
6.2	PROVJERA HOMOGENOSTI PODATAKA O PROTOCIMA	21
6.3	KORELACIJA	23
7	PROVJERA HOMOGENOSTI KOLIČINE PADALINA I OBORINA KORIŠTENJEM KRIVULJE DVOSTRUKE MASE	25
8	ZAKLJUČAK	37

1 UVOD

1.1 Općenito o kršu

Krš je tip reljefa koji se razvija na tlu sastavljenom od topljivih stijena (najčešće kalcijevog karbonata (CaCO_3) ili magnezijevog karbonata (MgCO_3)). Krš na stijenama, u kojima se nalazi preko 50% magnezijevog karbonata, se naziva dolomitni krš. Osnovna karakteristika krškog reljefa je izražena, no selektivna topljivost stijena. Kao posljedica, nastaje izrazito razvijen reljef sa mnogo udubina i uzvisina. Čvrste stijene kalcijevog karbonata (vapnenca) su česte na površini te se javlja kamenito tlo, ali je često vapnenac pokriven tlom te nastaje pokriveni krš na kojem se javlja vegetacija.

Krš se najčešće razvija u gorsko-planinskom reljefu. Udubine u njemu se dijele na nadzemne (ponikve, škrape, kamenice, doline, uvale, polja) i podzemne (špilje, jame), dok su česta uzvišenja kukovi (strme stijene koje strše). [1]

U svijetu se inače izdvaja nekoliko različitih tipova krša. U područjima toplih i vlažnih klima (Indokina, Kina, Nova Gvineja, Malezija, Brazil, itd.) prevladava tzv. tropski krš koji se ističe brzom korozijom i oblicima s naglašenim vodoravnim razvojem te prostranim podzemnim oblicima. U hladnim predjelima u kojima snijeg i led ubrzavaju procese raspadanja (Kanada, Ural, Spitzbergen i sl.) razvio se polarni krš. Poseban tip krša, s velikim speleološkim objektima, razvio se u slojevima evaporita i gipsa (Ukrajina).

Hrvatska krška područja pripadaju tipu krša umjerenih širina (Dinaridi, Alpe, Pirineji, Apalachian gorje, gorja Australije itd.). Takav krš se ističe debelim (i do 8 km) karbonatnim mezozojskim i paleogenskim sedimentima, što uz naglašenu tektonsku razlomljenost utječe na podjednaku zastupljenost horizontalnih i vertikalnih oblika (speleoloških objekata). [2]

Dinarski krš je nazvan po istoimenom planinskom masivu. Njegovo područje obuhvaća Sloveniju, Hrvatsku, BiH i Crnu Goru. Pruža se paralelno s obalom Jadranskog mora, širine od 50 do 150 km, na dužini od oko 700 km. Ukupna površina iznosi oko 57000 km². Također svi otoci u Jadranskom moru pripadaju dinarskom krškom području. Krš u Hrvatskoj obuhvaća površinu od oko 26000 km², dakle cijeli južni dio Hrvatske, odnosno oko polovice njenog ukupnog teritorija. Glavna područja krša u Hrvatskoj pružaju se paralelno s obalom Jadranskog

mora. U geološkom smislu, osobito u primorskom pojasu, građena su od krednih vapnenaca, dok su u zaleđu od Jurskih i Trijaskih vapnenaca i dolomita. [3]

Krške rijeke su posebno karakteristične po zamršenim odnosima podzemnih i nadzemnih dijelova svojega toka, ali upravo ono što im daje posebnu čar čini ih izuzetno osjetljivima i na najmanje oblike onečišćenja. Kroz krševit teren onečišćena voda procjeđuje se jako brzo i uz minimalnu filtraciju izbija u otvorene vodotoke.[4]



Slika 1.1 Kanjon rijeke Zrmanje [5]

2 RIJEKE JADRO I ŽRNOVNICA

2.1 Rijeka Jadro

Rijeka Jadro izvire u podnožju Mosora na 35 metara nadmorske visine. Ulijeva se u solinski zaljev nakon 4,5 km dugog toka. Svojim kratkim tokom oplođuje i donosi život ovom kraju. Osim Solina, napaja i gradove Split, Kaštela, Trogir te okolna mjesta. U Solinu rijeku Jadro zovu „Solinska Rika“, a s obzirom na njen značaj i događaje iz starohrvatske povijesti, često se naziva i "hrvatskim Jordanom".

Zbog života i razvoja endemske podvrste Mekousne pastrve (*Salmothymus obtusirostris salonitana*), gornji tok rijeke proglašen je 1984. godine posebnim ihtiološkim rezervatom. Površina tog ihtiološkog rezervata je cca 78 000 m², a predstavlja vodotok rijeke Jadro od izvora do Uvodića mosta.

Za vrijednosti rijeke Jadro znali su i davni narodi. Stari Iliri su gradili kuće pokraj njezina korita i pili vodu kakve na daleko nije bilo. Krijepila ih je kad su odlazili u ratove protiv Rimljana, dok su Rimljani zahvaljujući njezinoj vodi sagradili najveći grad na ovoj strani Jadranskog mora. [6]



Slika 2.1 Rijeka Jadro [7]

2.2 Rijeka Žrnovnica

Žrnovnica je hrvatska rijeka koja izvire u podnožju Mosora i u svom kratkom toku teče Splitsko-dalmatinskom županijom. Ukupna duljina joj iznosi 4800 metara.

To je krška rijeka bržeg toka s manjim slapovima i dosta brzaca. Teče kroz istoimeno mjesto te se ulijeva u more svega nekoliko kilometara od Splita, u smjeru Omiša.

U svom gornjem toku, Žrnovnica prolazi kroz kanjon koji je slabo dostupan ljudima pa je stoga taj dio najočuvaniji. Donjim dijelom obale rijeke napravljena je šetnica, a ostatak obale obrastao je vrbom i smokvom s malo vodene vegetacije.

U gornjem dijelu živi jako ugrožena mekousna pastrva solinka (*Salmothymus obtusirostris salonitana*). Donji dio rijeke je nepovoljan za život mekousne pastrve, ali zato ima dobru populaciju jegulje i kalifornijske pastrve. Mekousna pastrva solinka je posebnost rijeke Žrnovnice jer je ona, uz rijeku Jadro, posljednje stanište ovoj našoj ugroženoj endemskoj vrsti.[8]



Slika 2.2 Rijeka Žrnovnica [9]

3 UREĐAJI ZA MJERENJE KOLIČINE OBORINA I PROTOKA

3.1 Kišomjer

Kišomjer (pluviometar ili ombrometar) je sprava za mjerenje količine oborina koja se sastoji od vanjske cilindrične posude, lijevka i unutrašnje posude (skupljača). Vanjska posuda ima s gornje strane točno određen otvor, obično 200 cm². Kišnica, koja je skupljena u unutrašnjoj posudi, prelijeva se i mjeri u menzuri (s podjelom na milimetre visine oborine). Snijeg treba prije mjerenja rastopiti.

Mjerenje se obavlja svaki dan u 7 sati ujutro, na sinoptičkim postajama i svakih šest sati. Totalizatori se postavljaju na nepristupačnim planinama i nenastanjenim područjima. To su veliki kišomjeri u kojima se skuplja oborina tijekom dužeg razdoblja (obično šest mjeseci ili godinu dana), a sadrže kemikalije za sprječavanje hlapljenja.

Zapisni uređaji za kišu su pluviografi ili ombrografi. Neprekidno bilježe količinu oborina na valjku što ga okreće satni mehanizam pa se može odrediti vrijeme pojave oborine i njezin intenzitet. Nifografi su zapisni uređaji za snježne oborine. [10]



Slika 3.1 Kišomjer s brojiлом 40 mm/m² [11]



Slika 3.2 Standardni kišomjer [12]

3.2 Hidrometrijsko krilo

Jedna od osnovnih aktivnosti kojima se bavi praktična hidrologija je mjerenje protoka na vodotocima. Zajedno s korektnim mjerenjima vodostaja, mjerenje protoka uvijek pruža cjelovitu sliku o stanju voda na nekom vodotoku.

William Gunn Prince bio je jedna od prvih osoba koja se bavila mjerenjem protoka. On je 1880. godine, u blizini grada Paducah, Kentucky, SAD, mjerio brzine strujanja vode hidrometrijskim krilom kojeg je sam patentirao. Njegovo krilo, baš kao i ostale inačice, bile su kroz idućih stotinjak godina praktički jedino sredstvo za mjerenje brzine strujanja vode u vodotocima.

Početak sedamdesetih godina 20. stoljeća, počeli su se javljati prvi pokušaji mjerenja brzina strujanja primjenom akustičkih uređaja. Ipak, takva oprema je svoju osnovnu primjenu našla samo u oceanografskim mjerenjima. Prvi pokušaj mjerenja protoka na rijeci, primjenom akustičnog uređaja, bio je onaj kojeg su na rijeci Mississippi, Louisiana, SAD, 1982. godine proveli Christensen i Herrick. Rezultati mjerenja se u odnosu na standardna mjerenja hidrometrijskim krilom nisu razlikovali za više od 5 posto. Tadašnja kompjutorska oprema nije bila u stanju provesti obradu mjerenja u realnom vremenu, ona se morala provesti naknadno. Kroz sljedećih desetak godina akustička oprema se znatno razvila, tako da su tada mjerenja protoka akustičkom opremom mogla biti provedena na gotovo isti način kao danas. Mjerenje protoka primjenom ADCP uređaja danas je sve popularnije, prvenstveno zbog svoje jednostavnosti. [13]



Slika 3.3 Originalno AA hidrometrijsko krilo W.G.Pricea, 1880. godina [14]

U današnje vrijeme, mjerenja protoka se obavljaju sustavno na svim važnijim rijekama širom svijeta. Razlozi za ovakva mjerenja su energetika, poljoprivreda, ekologija i vodno gospodarstvo. Jedino ako znamo iznose protoka vode na nekom vodotoku možemo odrediti koliko stvarno opterećenje zagađenjem može podnijeti taj vodotok. Jednako tako, poznavanje protoka nam je važno radi obrane od poplava, regulacije vodotoka, izgradnje nasipa i kanala, izgradnje hidrotehničkih građevina, mostova, brana, propusta ili preljeva. [13]



Slika 3.4 Mjerenje brzine strujanja vode hidrometrijskim krilom [14]

4 POGREŠKE PRI MJERENJU KOLIČINE OBORINA I PROTOKA

4.1 Pogreške pri mjerenju količine oborina

Pri svakom mjerenju javljaju se slučajne te ponekad sistemske greške.

Sistemske greške mogu se definirati i dijelom otkloniti, dok su slučajne greške neotuđivo svojstvo svakog mjerenja, a nastaju pod kombiniranim utjecajem mjernog instrumenta, metode mjerenja i pogreške opažača. Vezane su uz nepravilnost instrumenta te loše rukavanje.

Slučajne greške uzimaju se u obzir isključivo statistički. Za samu procjenu slučajne greške, neophodno je raspolagati s većim brojem nezavisnih mjerenja. Golubev (1986) je konstatirao na osnovu brojnih mjerenja kroz niz godina da slučajna greška za tekuće i mješovite oborine iznosi oko 10% od ukupno palih oborina.

Sistemska greška pri samom mjerenju oborina uvijek nosi isti predznak, a oborine koje su izmjerene pomoću standardnih instrumenata uvijek su manje od stvarno palih na površinu tla.

Uzroci sistemskih grešaka mogu biti sljedeći:

- Nagnut instrument
- Kut padanja oborine i nagib terena
- Aerodinamički efekt
- Vlaženje unutrašnjih stijenki mjerne posude i posude za sakupljanje oborina
- Isparavanja akumulirane vode iz posude za sakupljanje oborina te nemogućnost potpunog pražnjenja mjerne posude
- Isprskavanja kapi oborine iz instrumenta
- Otpuhivanje krutih oborina, prvenstveno snijega sa instrumenta.

Opći izraz za korekciju izmjerene oborine glasi:

$$P_k = k \cdot (P_M + \delta P_1 + \delta P_2 + \delta P_3) \pm \delta P_4 \pm \delta P_5 \pm \delta P_6,$$

pri čemu je:

k - koeficijent aerodinamičkog efekta ($k > 1$),

P_M - izmjerena količina oborine,

δP_1 - korekcija zbog vlaženja unutrašnjih stijenki mjerne posude,

δP_2 - korekcija zbog vlaženja posude za sakupljanje oborina,

δP_3 - korekcija zbog isparavanja,

δP_4 - korekcija zbog (iz/u) prskavanja kiše,

δP_5 - korekcija zbog (iz/u) puhavanja snijega,

δP_6 - korekcija zbog slučajne greške instrumenta ili opažača.

U praksi se koristi skraćeni izraz:

$$P_k = k \cdot P_M + \delta P_1 + \delta P_2.$$

Najveći utjecaj na točnost mjerenja oborina imaju aerodinamički efekti. Općenito se preporuča jedan kišomjer na 250 km², a za predviđanja bujičnih poplava preporučuje se jedan kišomjer na 2,5 km². [15]

4.2 Pogreške pri mjerenju protoka

Protok je izvedena veličina koja se, kao takva, najčešće određuje posredno – mjerenjem brzine strujanja vode i površine protjecajnog presjeka. Osnovni, integralni, izraz kojim se određuje protok stoga glasi:

$$Q = \int_A \vec{V} \times \vec{n} dA$$

gdje je:

Q- protok; m³/s

\vec{V} - vektor brzine strujanja vode; m/s

\vec{n} - jedinični vektor u smjeru normale na protjecajnu površinu A

dA- diferencijal protjecajne površine A; m².

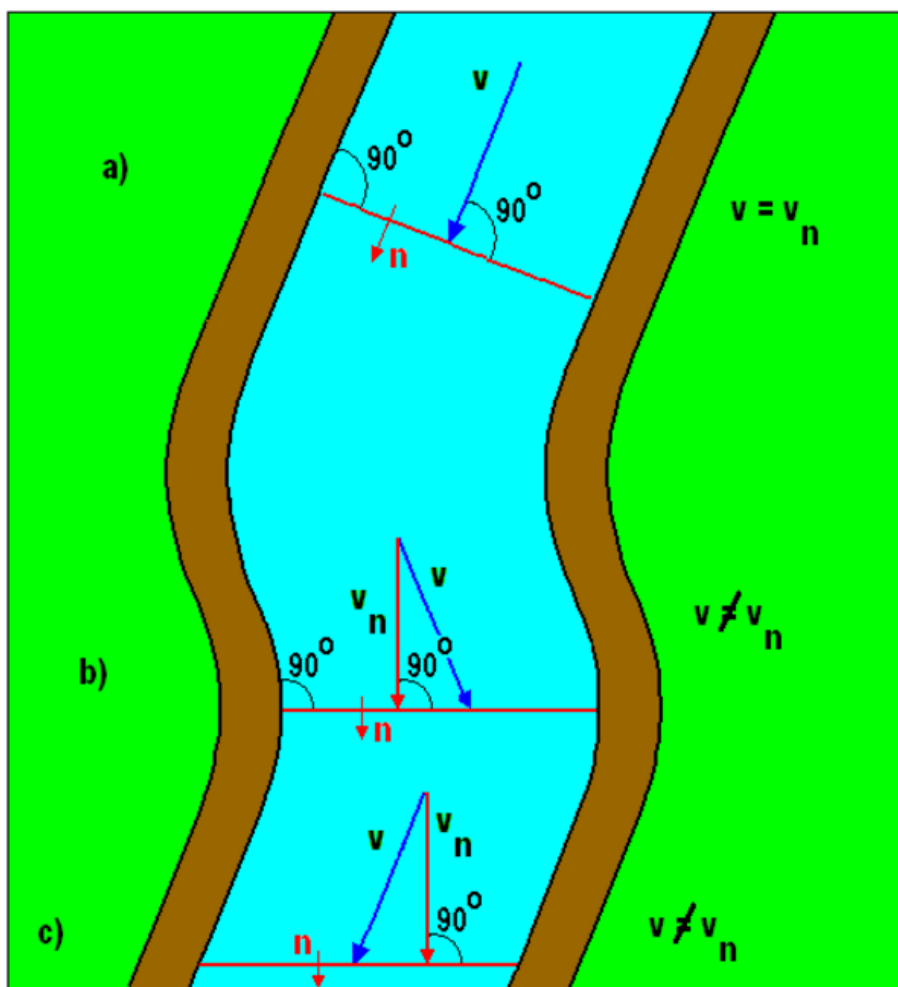
Iz izraza se može zaključiti da je protok, Q, kao skalarni produkt vektora brzine strujanja, \vec{V} , i vektora normale, \vec{n} , na plohu, A, kroz koju protječe voda, skalarna veličina. Kada su ova dva vektora okomita jedan na drugi, njihov skalarni produkt će biti nula. Tada će i protok preko protjecajne plohe biti jednak nuli. Ako bismo protjecajnu plohu, iz bilo kojeg razloga, postavili tako da bude paralelna sa smjerom brzine strujanja, kroz nju ne bi bilo protoka.

Točan iznos protoka može se pravilno odrediti samo ako su vektori brzine strujanja i normale međusobno kolinearni, odnosno ako brzina “ulazi” u protjecajnu plohu pod pravim kutom. To možemo vidjeti na slici 4.1 pod a). Ukoliko se mjerenje provodi i pod drugačijim uvjetima (slika 4.1 pod b) i c)), u izračun protoka treba uzeti samo normalnu komponentu brzine, a ne brzinu u cijelom iznosu, zato što bi vrijednost tako određenog protoka bila veća od njegove stvarne vrijednosti. Ovakve pogreške mogu se pojaviti ako se za mjerenje strujanja rabe instrumenti koji nisu “osjetljivi” na smjer brzine strujanja. Tipičan primjer takvog instrumenta je klasično hidrometrijsko krilo. Kad se protok određuje primjenom metode brzina-površina i mjerenjem brzine strujanja pomoću hidrometrijskog krila, protjecajna ploha se uvijek mora postaviti na ravnom dijelu toka rijeke, okomito na taj tok, zato što se jedino na takav način može ostvariti međusobna okomitost vektora brzine strujanja i protjecajne plohe. Sve druge konfiguracije mogu dovesti do pogreške prilikom određivanja protoka.

Mogući načini odabira mjesta mjerenja protoka su:

- Pravilan način odabira mjernog mjesta
- Loše odabrano mjerno mjesto mjerenja (strujanje koso u odnosu na položaj mjernog profila)
- Nepravilno (koso) postavljen vodomjerni profil u odnosu na tok (koso strujanje u odnosu na profil)

Na taj efekt treba obratiti pažnju samo prilikom određivanja protoka klasičnom metodom brzina-površina kada instrument nije u stanju odrediti pravilan smjer brzine strujanja. [16]



Slika 4.1 Postavljanje proticajne površine na vodotoku [16]

5 OBRADA PODATAKA O OBORINAMA I PROTOCIMA

5.1 Obrada podataka o oborinama

Intenzitet i trajanje oborina najvažniji su faktori otjecanja vode. Njihove veličine uzrokuju količinu vode koja otječe te imaju bitan utjecaj na oblik hidrograma. Za krške slivove oborinske podloge predstavljaju poseban problem zato što krški slivovi velikim dijelom pripadaju planinskim područjima za koja često nema dovoljno podataka. [3]

S obzirom na nivo obrade, razlikujemo primarnu i sekundarnu obradu.

U primarnu obradu spadaju: višegodišnji prosjeci visina oborina pojedinačnih kišomjernih stanica na bazi višegodišnjeg motrenja, višegodišnji prosjek oborina palih na sliv (postupak aritmetičkih sredina, Thiessenov postupak, postupak izohijeta).

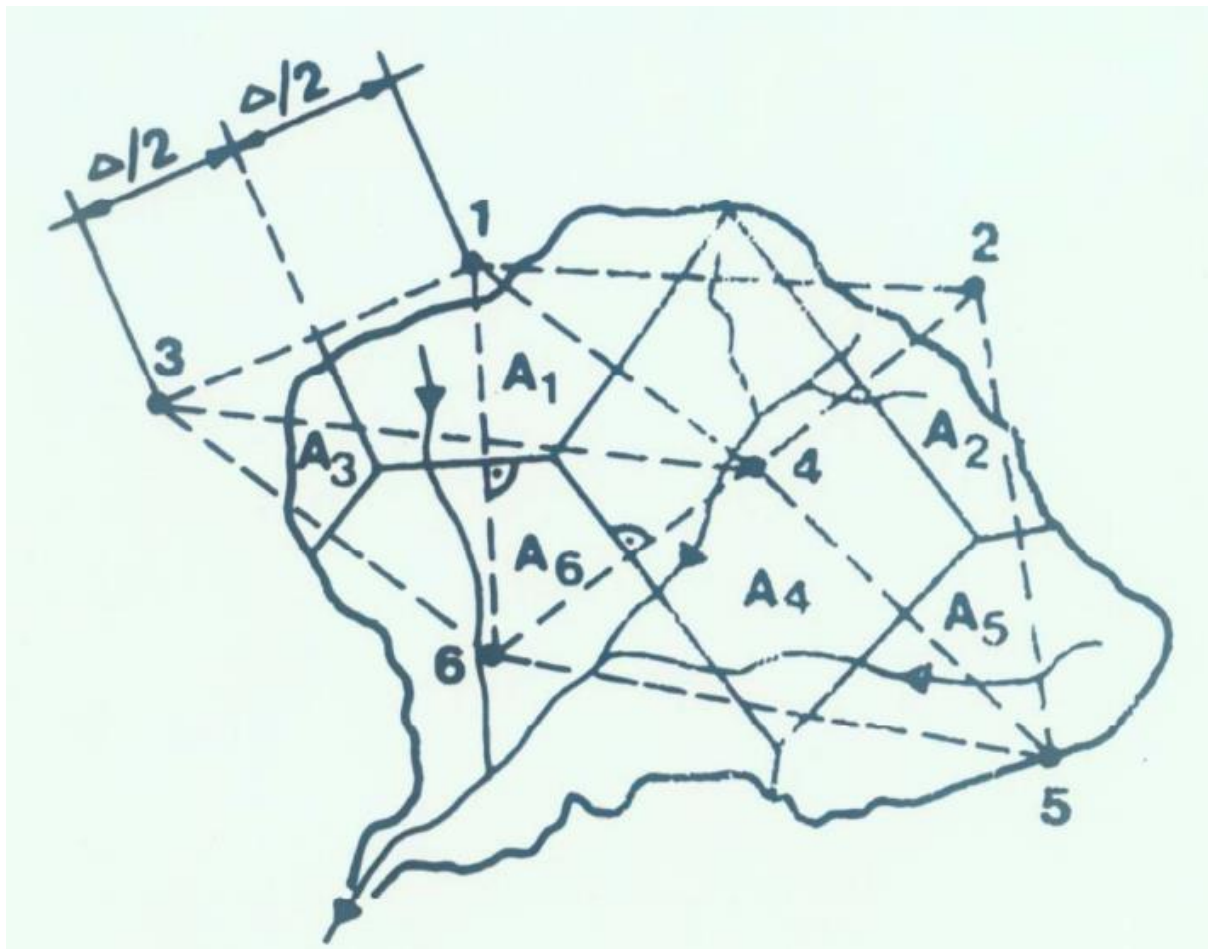
Sekundarna obrada podataka o oborinama je niz složenih obrada (intenziteta kiše) za potrebe hidroloških analiza. Tu spadaju statističke obrade serija pljuskova, prilagođavanje krivulja razdiobe vjerojatnosti podacima te definiranje familije ITP krivulja.

Godišnje kolebanje oborina je razlika između ukupne količine padalina oborinom najbogatijeg i najsiromašnijeg mjeseca u godini.

Relativno godišnje kolebanje (%) predstavlja godišnje kolebanje u pojedinoj godini u odnosu na srednje godišnje kolebanje (ne mora se odnositi isključivo na oborine nego može i na druge meteorološke ili hidrološke mjerene veličine). [17]



Slika 5.1 Postupak aritmetičke sredine [17]



Slika 5.2 Thiessenov postupak [17]

5.2 Obrada podataka o protocima

Pod statističku obradu podataka o srednjim mjesečnim i godišnjim dotocima spadaju:

- Srednja vrijednost
- Standardna devijacija
- Koeficijent varijacije
- Koeficijent asimetrije
- Ekstremna minimalna vrijednost
- Ekstremna maksimalna vrijednost [18]

Srednja vrijednost ili aritmetička sredina je jedna od osnovnih numeričkih karakteristika slučajne varijable koja ukazuje na ponašanje uzorka. Isto tako, ona predstavlja i centralni moment, a računa se po sljedećoj formuli:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

pri čemu je:

n- broj članova niza

x_i - i-ti član niza.

Standardna devijacija ili srednje kvadratno odstupanje je drugi korijen iz varijance, momenta drugog reda. Ona predstavlja sumu kvadrata odstupanja svakog člana x_i od aritmetičke sredine niza \bar{x} pomnožena s odgovarajućom učestalosti i podijeljena s brojem elementa uzorka n. Računa se po sljedećoj formuli:

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

pri čemu je:

n- broj članova niza

x_i - i-ti član niza

\bar{x} - srednja vrijednost niza.

Koeficijent varijacije je odnos standardne devijacije, σ , i srednje vrijednosti niza \bar{x} . Računa se po sljedećoj formuli:

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

pri čemu je:

σ - standardna devijacija

\bar{x} - srednja vrijednost niza. [18]

Koeficijent asimetrije je moment trećeg reda koji predstavlja mjeru disperzije većeg reda. Računa se po sljedećoj formuli:

$$C_i = \frac{\mu_3}{\sigma^3} = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^3 f_i}{n \cdot \sigma^3}$$

pri čemu je:

n- broj članova niza

x_i - i-ti član niza

\bar{x} - srednja vrijednost niza

σ - standardna devijacija

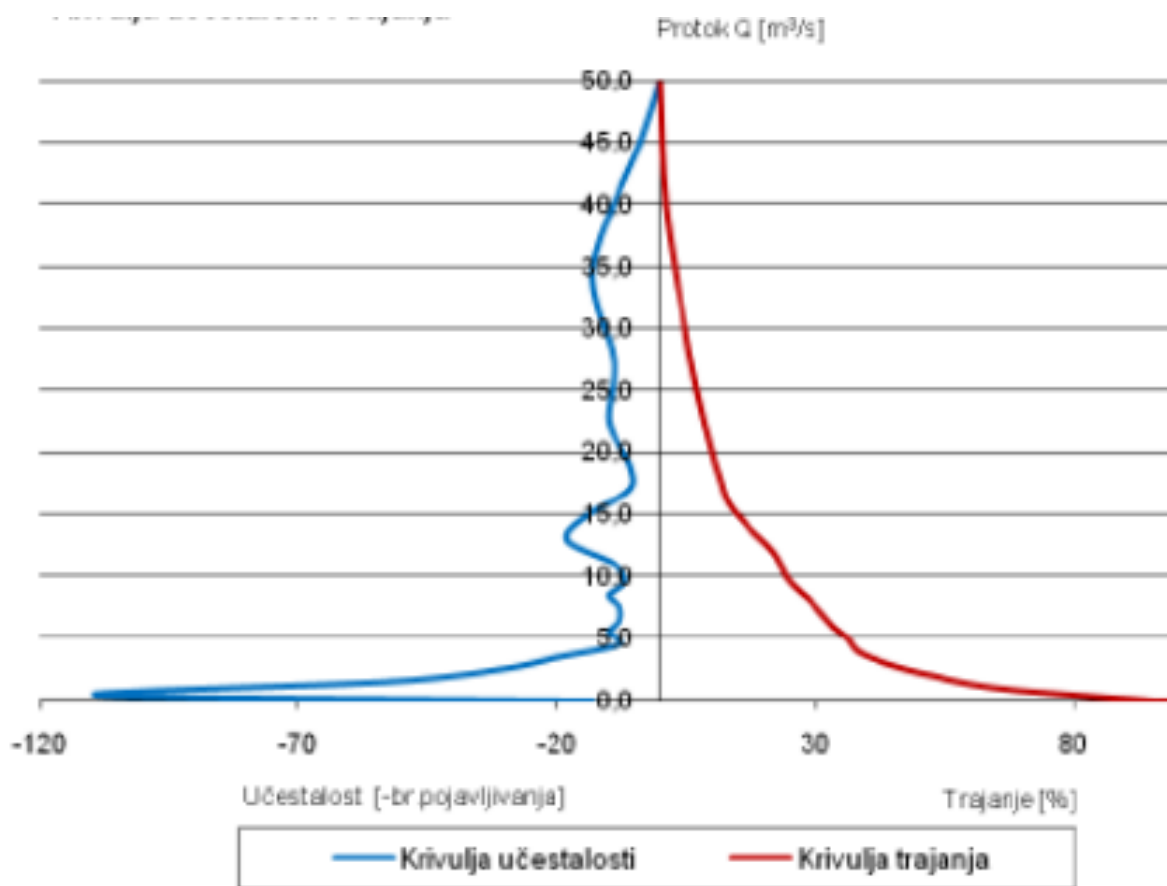
μ_3 - centralni moment varijacije.

Ukoliko je funkcija simetrična, tada je $C_s=0$.

Učestalost neke vrijednosti je broj koji pokazuje koliko puta se ta vrijednost varijable pojavila unutar nekog niza. Ona se grafički prikazuje u obliku krivulje ili histograma. Prilikom određivanja krivulje učestalosti protoka korisno je odrediti razrede protoka za koje se određuje učestalost.

Krivulja trajanja predstavlja krivulju koja pokazuje postotak vremena ili broj dana u godini unutar kojih je protok jednak danim količinama ili veći od njih. Ona je integralna krivulja krivulje učestalosti, baš kao što je krivulja učestalosti diferencijalna krivulja trajanja.

[18]



Slika 5.3 Primjer prikaza krivulje učestalosti i krivulje trajanja protoka [18]

6 HIDROLOŠKA ANALIZA

6.1 Provjera homogenosti podataka o oborinama

Postupak promjene homogenosti padalinskih nizova ima sljedeće ciljeve:

- Otkrivanje promjena u postupku sakupljanja padalinskih podataka na danoj lokaciji
- Pravilno lociranje kišomjernih uređaja
- Stvaranje mjera opreza neophodnih za postizanje reprezentativnih mjerenja padalina.

Općenito, možemo reći da promjene u homogenosti niza padalinskih podataka mogu nastati zbog sljedećih razloga:

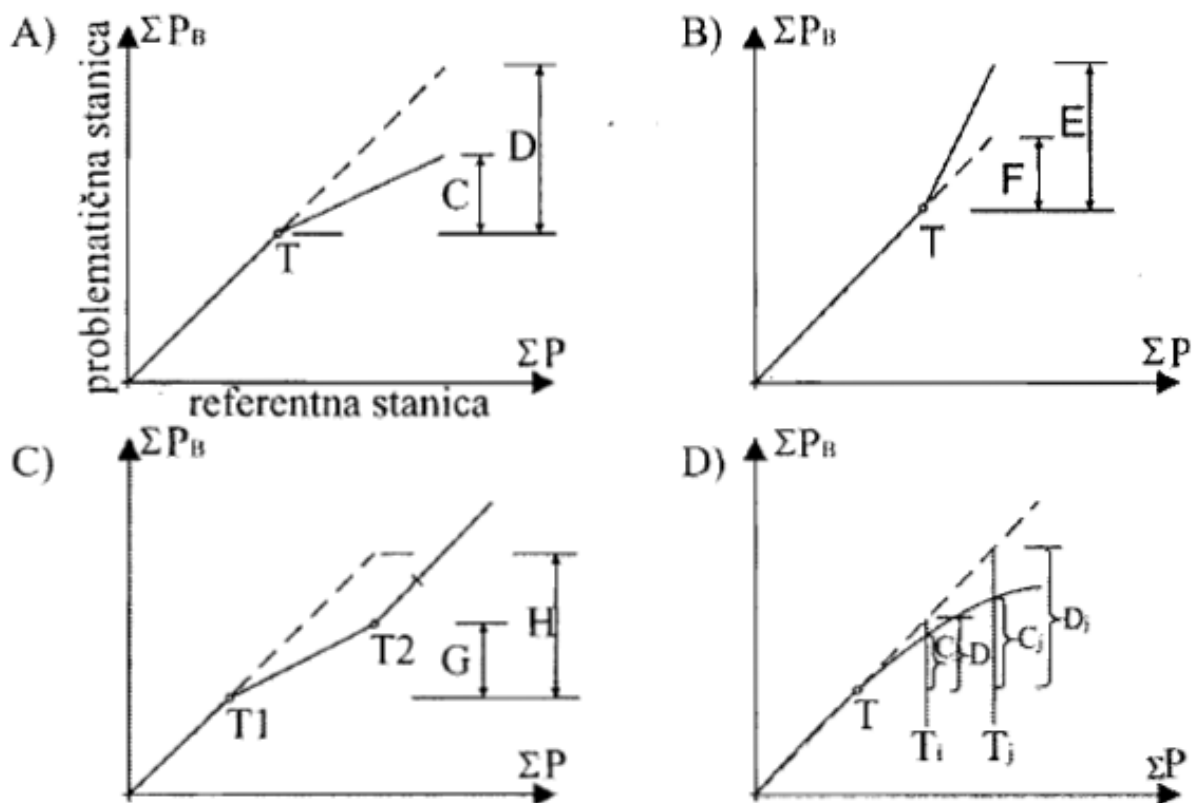
- Primjene različitih instrumenata
- Promjene u proceduri promatranja padalina
- Promjene lokacije mjernog instrumenta

Promjena lokacije kišomjera može prouzrokovati promjenu vrijednosti koja se registrira kao promatrani podatak padalina. Hidrometeorološka služba u SAD-u zahtijeva davanje novog identifikacijskog broja padalinskoj stanici ukoliko se lokacija te stanice izmijeni za više od 8 kilometara ili za preko 30 metara visinski.

Postoji više metoda koje služe za otkrivanje nehomogenosti podataka promatranih nad nekom stanicom. Jedna od metoda je metoda duple mase, koja je jednostavna i veoma efikasna. Metodom duple mase usporede se sumarne godišnje ili sezonske padaline promatrane kod stanice od interesa s prosjekom istodobnih sumarnih vrijednosti jedne ili grupe obližnjih stanica.

Jedna od stanica je standardna ili referentna. Često se umjesto jedne stanice koristi veći broj njih, a proračun se vrši s njihovim osrednjenim podacima. Druga stanica je ona na čije se podatke sumnja zbog nekog od prethodno navedenih razloga. Na apcisu se nanose sumarne godišnje padaline referentne stanice ili stanica, a na ordinatu stanice u čije se podatke sumnja. Ukoliko su nepromjenjivi uvjeti, odnos između ovih dviju količina bit će linearan s vrlo malim odstupanjima točki od pravca. U slučaju bilo kakvog efekta koji izaziva promjena samo na jednoj stanici (očekujemo da će to biti ona sumnjiva), doći će do vidne promjene nagiba pravca. Ako je promjena nagiba pravca očigledna, potrebno je ustanoviti koji je razlog tome.

Osim postupka same korekcije, moguće je vršiti i nadopunu podataka kao interpolaciju ili ekstrapolaciju putem krivulje dvostruke mase. Na slici 6.1 prikazana su četiri slučaja koja se mogu pojaviti prilikom provjere homogenosti nizova sumarnih padalina. [19]



Slika 6.1 Četiri slučaja oblika krivulje dvostruke mase [19]

U prvom slučaju (A na slici 6.1) prikazana je situacija kada je od godine T na problematičnoj stanici B započelo mjerenje manjih količina padalina i to za odnos D/C . Drugi slučaj (slika B) prikazuje sličnu situaciju, ali ovaj put na problematičnoj stanici B od godine T započelo je mjerenje veće količine padalina u odnosu na E/F . Slučaj na idućoj slici (slika C) pokazuje situaciju koja je identična onoj na slici A samo što se korekcija mjerenih podataka na problematičnoj stanici B mora izvršiti samo u periodu T_1 do T_2 jer je u godini T_2 došlo do uspostavljanja identičnog stanja koje je vladalo od početka analize do godine T_1 . Izmjerene padaline na problematičnoj stanici B treba povećati za iznos H/G . Ni u jednom trenutku nije došlo do nagle promjene uvjeta mjerenja padalina na problematičnoj stanici B, nego su se ti uvjeti potpuno mijenjali iz godine u godinu. Razlog za to može biti postupno smanjenje količina godišnjih padalina uhvaćenih kišomjerom izazvano rastom drveta u blizini kišomjera. Iz godine u godinu krošnja se povećava te kako raste, zadržava dio padalina sprečavajući ih da dospiju do

otvora kišomjera te da budu izmjerene. Za korigiranje podataka kišomjera B treba za svaku pojedinu godinu izračunati odnos korektne padaline koji je definiran preko referentne stanice (crtkana linija) i stvarno izmjerene padaline koji za godinu T_i iznosi D_i/C_i , a za godinu T_j iznosi D_j/C_j . S tim odnosima treba pomnožiti izmjerene padaline svake pojedine godine, dakle, treba ih uvećati.

Krivulja dvostruke mase može se definirati koristeći sumarne dnevne, mjesečne, sezonske ili godišnje padaline, no pouzdaniji rezultati dobivaju se upotrebom nizova godišnjih padalina. Wiesner preporučuje da svaku promjenu koja je ustanovljena pomoću krivulja dvostruke mase preko jedne referentne stanice treba potvrditi sa još nekoliko referentnih stanica (do pet). Postupak provjere homogenosti preko krivulja dvostruke mase ne preporučuje se u planinskim područjima u kojima na količinu pale oborine snažan utjecaj imaju orografski i/ili drugi faktori.

Najmanje tri do pet susjednih stanica uzimaju se kao bazna mreža za usporedbu i otkrivanje nekonzistencije podataka stanice o kojoj se radi. Za uporabu ove metode bolje je upotrijebiti sezonske sumarne visine padalina nego godišnje za područja gdje postoji izražena sezonska varijacija padalina.

Treba obratiti pažnju na primjenu ove metode. Točke koje su nanesene na dijagram, nikad ne padaju točno na srednju liniju pa bi promjene u nagibu trebalo prihvatiti samo kad je promjena očigledna i značajna ili potkrijepljena drugim činjenicama. Ovo je približna metoda.

Preko krivulje dvostruke mase moguće je vršiti i nadopunu podataka putem interpolacije ili ekstrapolacije.

Postupak promjene homogenosti, osim ove metode, može se izvršiti i nekim drugim metodama, kao što su korištenja karata izohijeta te ispitivanja anomalija na tim kartama.

Karte izohijeta, koje su pažljivo nacrtane, mogu pokazati očite greške u mjerenju padalina na jednoj lokaciji. Svako neregularno ponašanje oborina u prostoru mora biti podvrgnuto detaljnoj analizi uz korištenje podataka mjerenih na okolnim stanicama. Ako se ne nađe fizičko objašnjenje neregularnosti, takav podatak treba korigirati na osnovu zakonitosti koje su ustanovljene kartom izohijeta. Karte prosječnih izohijeta mjesečnih, sezonskih ili godišnjih padalina mogu se koristiti za prethodnu provjeru sumnjivih kišomjera. Moguće je izraditi i karte izohijeta oborina određenog trajanja istog povratnog perioda. [19]

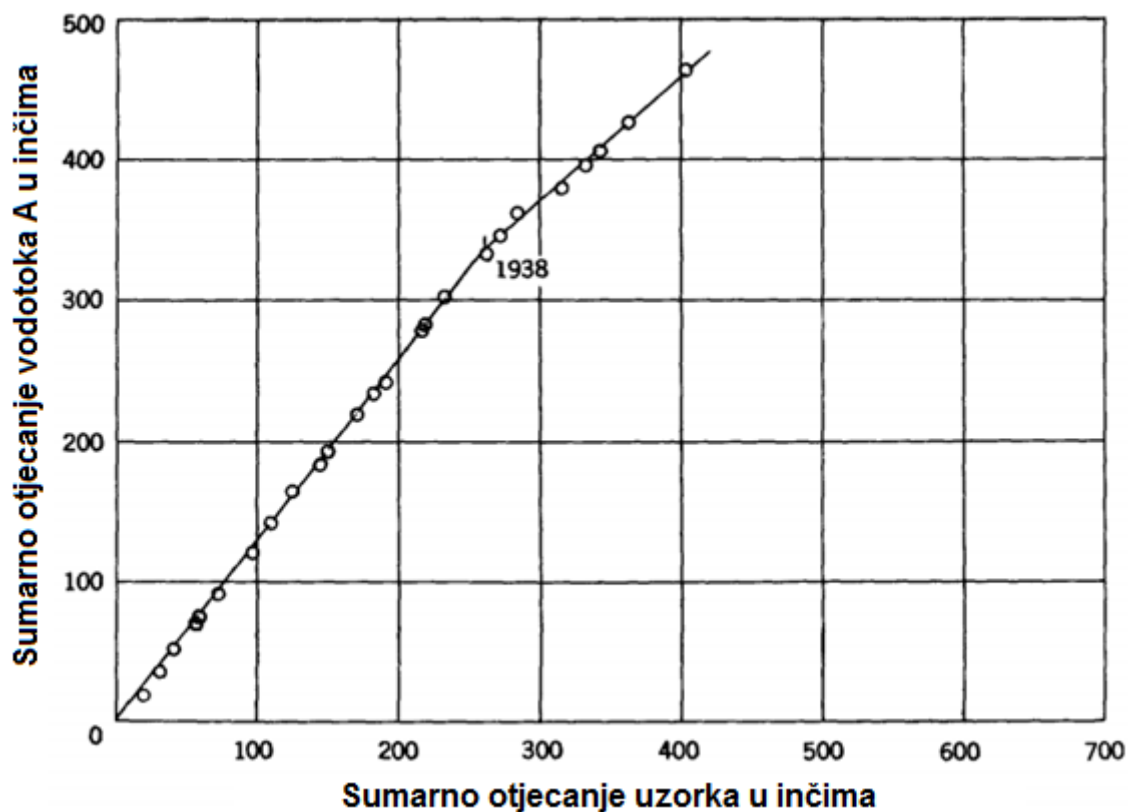
6.2 Provjera homogenosti podataka o protocima

Podaci o protoku su među najvrjednijim hidrološkim podacima zbog toga što predstavljaju integraciju svih hidroloških faktora. Nadalje, protok je dobar pokazatelj klimatskih promjena zato što je otjecanje oborina koja preostaje nakon što se zadovolje potrebe za evapotranspiracijom. S obzirom da su gubici evapotranspiracije približno konstantni od godine do godine u određenom području, varijacije godišnjih otjecanja su mnogo veće, nego varijacije godišnjih oborina.

Potrebno je provjeriti dosljednost podataka o protocima koji se koriste u hidrološkim analizama te ih istražiti ukoliko su nedosljedni. Ponekad se podaci moraju prilagoditi konzistentnim uvjetima. Nekonzistentnost može biti posljedica promjene metode u prikupljanju podataka o protoku ili promjenama u korištenju vode, skladištenju ili evapotranspiraciji.

Krivulja dvostrukih masa može se koristiti da bi se provjerile nedosljednosti u podacima o protoku na isti način kao što se provjeravaju nedosljednosti u podacima o oborinama, ali se pretpostavlja da ne postoji konstantan omjer između jednog podatka i grupe podataka. U analizi godišnjeg protoka, takva pretpostavka je obično opravdana, čak iako odnos mjesečnih protoka nije konstantan, zato što na godišnji protok ne utječu promjenjivi uvjeti sliva.

Metoda korištenja krivulje dvostruke mase, koja služi za provjeru konzistentnosti protoka tako što se podaci uspoređuju s grupom podataka s drugih stanica, prikazana je na sljedećem primjeru. Da bismo izračunali grupu uzoraka, podaci o protoku se najprije prevedu u osnovne, kao što je otjecanje u inčima, kubičnoj stopi po sekundi po kvadratnom kilometru ili u postotku srednjeg protoka. U protivnom, protok velikog vodotoka imao bi više utjecaja na uzorak nego nekoliko manjih tokova. U ovom primjeru, korišteno je godišnje otjecanje u inčima. [20]



Slika 6.2 Provjera homogenosti protoka korištenjem krivulje dvostruke mase [20]

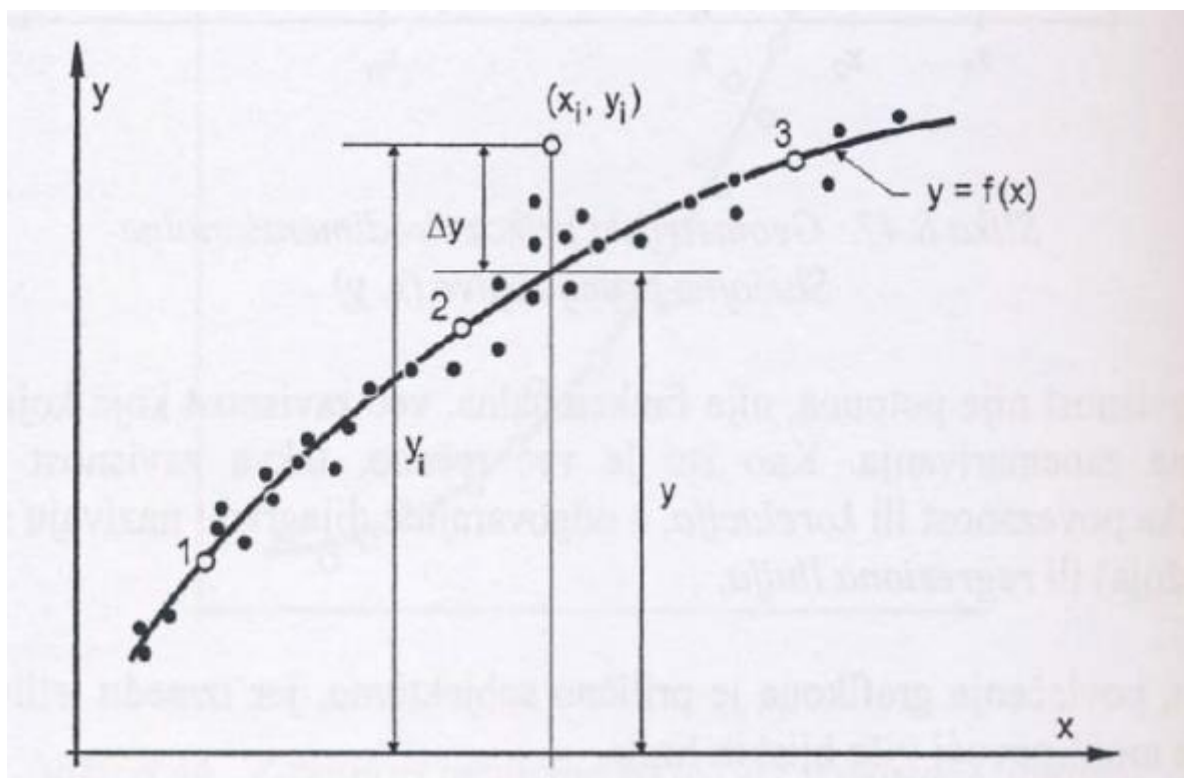
Može se uočiti da je kasniji period bio vlažniji od ranijeg, ali povećanje je manje na vodotoku A nego na ostalim vodotocima. Nadalje, tijekom ranijeg perioda sredina vodotoka A je veća, a tijekom kasnijeg perioda dolazi do obrata. Ovaj kontrast je posljedica nekonzistentnosti u podacima za vodotok A.

Sljedeći korak je proučiti podatke za vodotok i pokušati pronaći razlog nekonzistentnosti. Ukoliko se lom na krivulji dvostruke mase ne može objasniti pogreškom u bazi podataka, bilo bi pametno napraviti statistički test za provjeru značajnosti. Ovaj test pokazuje vjerojatnost da se lom dogodio slučajno u usporedbi sa stvarnim razlogom za lom. Ako test pokazuje da nije vjerojatno da se lom dogodio slučajno, daljnje hidrološke analize trebaju pronaći razlog loma i odlučiti da li je promjena uvjeta stalna ili privremena. [20]

6.3 Korelacija

Vrlo često se, u prirodnim znanostima, susreće pojam funkcijske veze između varijabli X i Y. Slučajna varijabla je varijabla koja poprima određene vrijednosti uz određenu vjerojatnost pojave. Stohastička veza zamjenjuje pojam funkcijske veze. Oblici i tipovi veza mogu biti jako različiti.

Korelacija proučava ovisnost dviju ili više varijabli, a pojam regresija se odnosi na matematičku jednadžbu koja daje prikaz korelacijske veze jedne slučajne varijable s drugom ili više njih. Korelacija i regresija predstavljaju klasične statističke postupke koji se primjenjuju u hidrologiji. Osnovni cilj najčešće je nadopunjavanje podataka koji nedostaju na nekoj postaji te prognoza jedne varijable na temelju jedne ili više njih. [21]



Slika 6.3 Korelacija i regresija [21]

Ako je grafički prikaz regresijske ovisnosti pravac, tada je riječ o linearnoj korelaciji, a ukoliko je krivulja, tada se radi o nelinearnoj korelaciji.

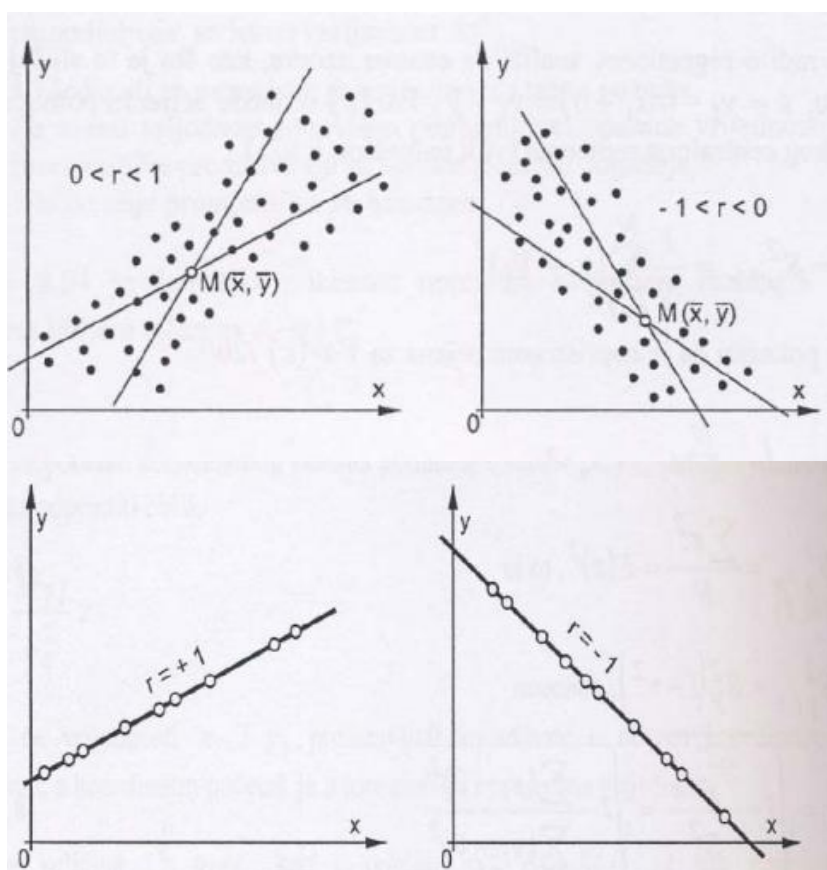
Koeficijent korelacije je mjera povezanosti dviju stohastičkih varijabli. Njegove vrijednosti se kreću u intervalu od -1 do 1. Ako mu je vrijednost upravo -1 ili 1, među varijablama postoji i funkcionalna ovisnost što znači da sve točke leže na pravcu ili grafičkom prikazu regresijske funkcije.

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 - \bar{y}^2}}$$

Ako je $|r| \cong 0$, to je slaba stohastička veza.

Ako je $|r| \cong 1$, to je jaka stohastička veza.

Ako je $0 < |r| < 1$, to je djelomična ili stohastička linearna zavisnost. [21]



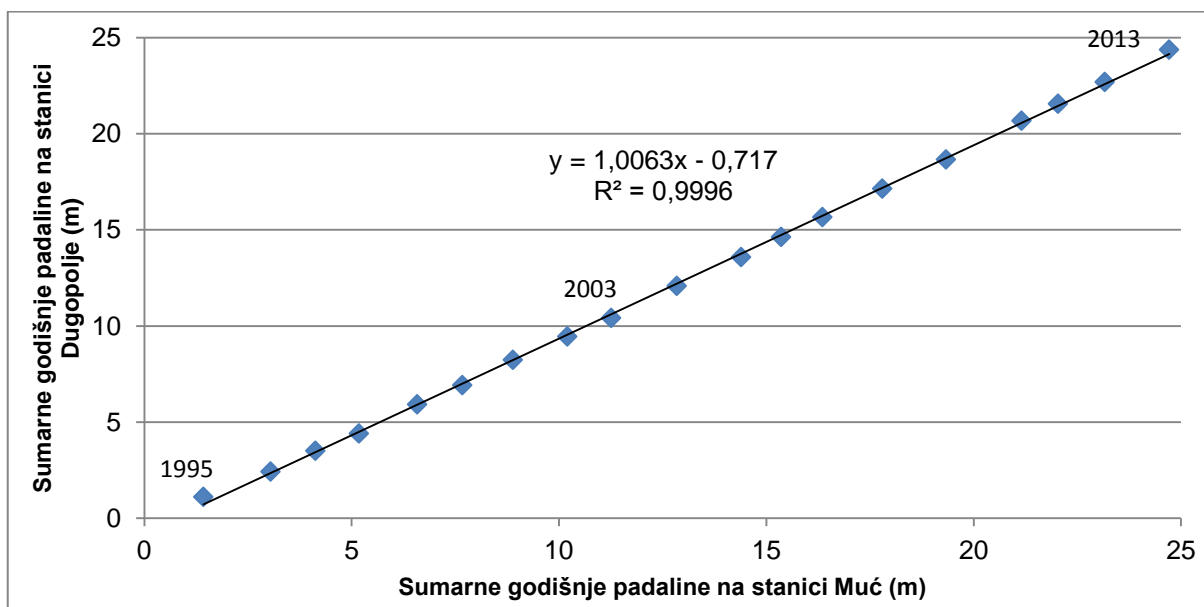
Slika 6.4 Korelacija [21]

7 PROVJERA HOMOGENOSTI KOLIČINE PADALINA I OBORINA KORIŠTENJEM KRIVULJE DVOSTRUKE MASE

Iz niza podataka o padalinama na mjernim postajama Muć i Dugopolje u razdoblju od 1.1.1995. godine do 31.12.2013. godine određene su ukupne i kumulativne, godišnje padaline s ciljem provjere homogenosti korištenjem krivulje dvostruke mase.

Tablica 7.1 Prikaz ukupnih i kumulativnih, godišnjih padalina na mjernim postajama Muć i Dugopolje

Godina	Ukupne padaline Muć (mm)	Ukupne padaline Dugopolje (mm)	Kumulativne padaline Muć (mm)	Kumulativne padaline Dugopolje (mm)
1995	1424,9	1101,0	1424,9	1101,0
1996	1620,9	1330,3	3045,8	2431,3
1997	1081,6	1069,5	4127,4	3500,8
1998	1054,7	904,4	5182,1	4405,2
1999	1404,6	1510,8	6586,7	5916,0
2000	1081,2	1000,4	7667,9	6916,4
2001	1223,3	1322,5	8891,2	8238,9
2002	1311,2	1210,2	10202,4	9449,1
2003	1060,5	963,3	11262,9	10412,4
2004	1577,1	1674,5	12840,0	12086,9
2005	1552,6	1496,9	14392,6	13583,8
2006	970,7	1041,0	15363,3	14624,8
2007	992,3	1031,6	16355,6	15656,4
2008	1442,7	1497,8	17798,3	17154,2
2009	1539,9	1509,5	19338,2	18663,7
2010	1819,6	2019,5	21157,8	20683,2
2011	879,4	885,1	22037,2	21568,3
2012	1127,2	1127,3	23164,4	22695,6
2013	1551,9	1685,8	24716,3	24381,4



Slika 7.1 Provjera homogenosti godišnjih padalina na mjernim stanicama Muć i Dugopolje korištenjem krivulje dvostruke mase

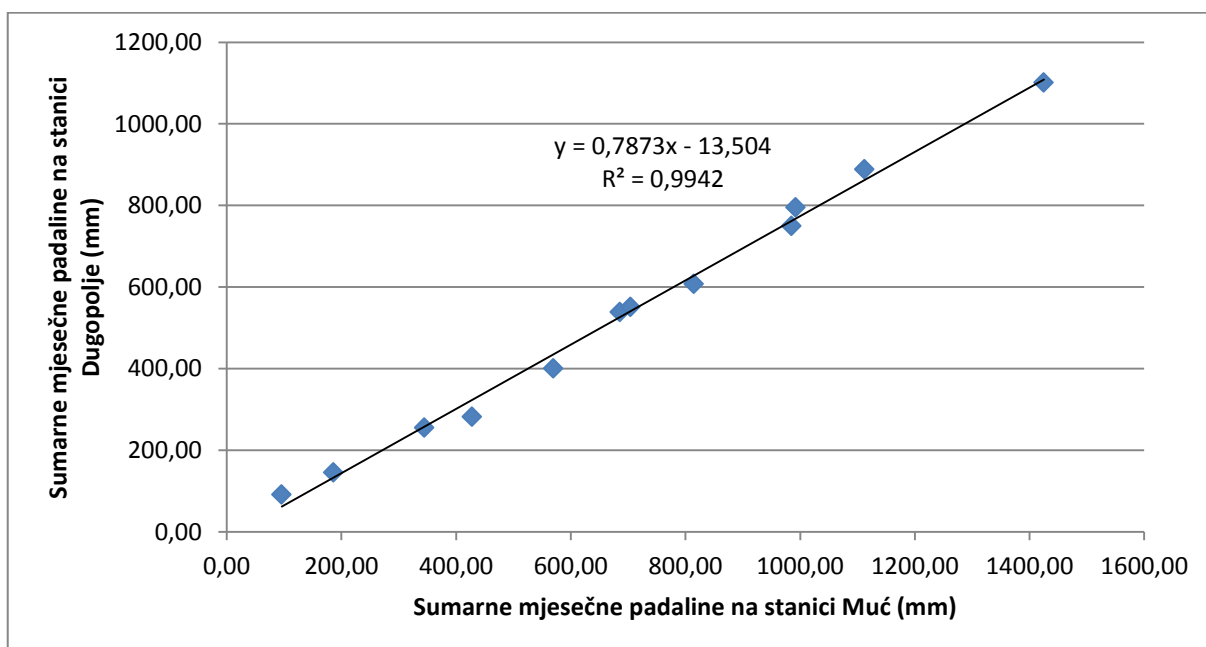
Također, za dane podatke na mjernim postajama određene su ukupne i kumulativne, mjesečne padaline za 1995., 2003. i 2013. godinu zbog provjere homogenosti.

Tablica 7.2 Količina padalina na mjernoj postaji Muć u razdoblju od 1.1.1995. do 31.12.1995. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1,1	0,0	8,6	0,0	0,0	2,9	0,0	4,1	0,0	0,0	48,6	0,0
4	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	53,6	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	23,8	0,0	0,0	18,1
7	0,0	0,0	13,1	0,0	0,0	14,2	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	72,3
8	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6
9	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,9	0,0	0,0	0,0
10	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	3,3	0,0	0,0	0,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
13	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,8
14	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6	3,1	0,0	0,0	13,8	0,0	0,0	50,2
15	0,0	18,9	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	1,3	1,2
16	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	40,2	4,1	0,0	0,0	5,4
17	0,0	4,5	24,7	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	31,2	0,0	1,7	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,8	7,5	0,0	8,5	4,2
19	0,0	34,6	0,0	0,0	6,3	0,0	1,7	4,9	0,0	0,0	5,1	25,6
20	14,5	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	25,2	8,1	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	18,5	0,0	3,7	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0
22	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,1	0,0	0,0	23,4	0,0	0,0	1,7
24	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	29,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2
25	4,5	23,9	0,0	7,9	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
26	0,0	0,7	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	20,7	0,7	0,0	1,1	11,6
27	10,3	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	10,4
28	16,9	0,0	10,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	16,6
29	0,0		4,8	1,1	5,3	0,0	4,9	2,3	0,0	0,0	9,6	4,8
30	4,6		13,5	0,0	37,2	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	2,1		0,0		0,0		0,0	1,8		7,2		12,5
UKUPNO	95,70	90,10	158,80	83,40	141,70	115,80	18,70	110,60	170,30	7,20	119,90	312,70
KUMULATIVNO	95,70	185,80	344,60	428,00	569,70	685,50	704,20	814,80	985,10	992,30	1112,20	1424,90

Tablica 7.3 Količina padalina na mjenoj postaji Dugopolje u razdoblju od 1.1.1995. do 31.12.1995. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	18,3	0	0	0	0	46,5	0	0	0	0	0	0
2	26,6	0	0	0	0	13,3	0	0	0	0	0	0
3	2,7	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	5,8	0
4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	53,8	0	0	0	0	0	12,8	0	0	0
6	0	0	22,7	0	0	0	0	0	52,7	0	0	33,6
7	0	0	0	0	0	12,9	0	0	0	0	0	71,5
8	0	0	0	0	0	8,2	0	0	0	0	0	3,7
9	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0
12	3,2	0	0	0	2,7	0	0	0	0	0	0	2,3
13	0	0	0	0	5,8	28,3	0	0	0	0	0	31,7
14	0	0	0	0	47,6	0,7	0	0	12,8	0	0,5	12,8
15	0	22,5	0	0,5	1,3	0	0	0	27,4	0	0,7	2,2
16	0	0	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	5,3	12,8	3,9	0,2	0	0	0	16,5	0	0	0
18	0	0	0	0	25,4	0	0	1	0	0	5,9	1,8
19	0	12,3	0	0	8,1	0	0	10,3	0	0	0,8	2,3
20	8,8	0	0	0	21,4	0	0	15,7	0	0	0	2,8
21	0	0	2,6	0	0	0	0	0	7,2	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	12,6	0	0	0
23	0	0	0	0	0	15,2	0	0	0	0	0	1,4
24	5,7	0	0	0	0	11,4	0	0	0	0	0	4,3
25	3,2	9	0	3,8	0	1	0	12,3	0	0	0	0
26	0	0	0	3,9	0	0	0	15,7	0	0	0	20,5
27	12,6	0	0	2,7	0	0	0	0	0	0	43,1	9,2
28	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	35,7	3,3
29	0	0	3,4	0	5	0	12,1	0	0	0	1,1	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0,7
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,8	0	8,2
UKUPNO	91,10	54,10	110,30	26,50	118,80	138,20	12,10	56,20	142,00	45,80	93,60	212,30
KUMULATIVNO	91,10	145,20	255,50	282,00	400,80	539,00	551,10	607,30	749,30	795,10	888,70	1101,00



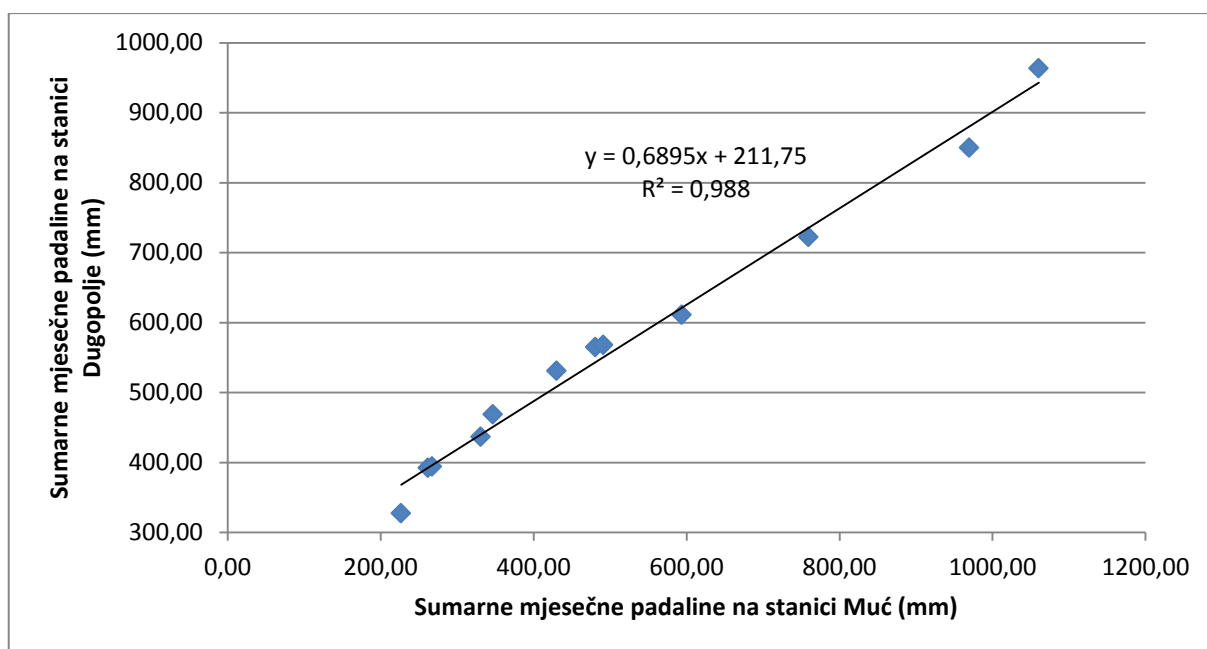
Slika 7.2 Provjera homogenosti mjesečnih padalina na mjernim postajama Muć i Dugopolje 1995. godine korištenjem krivulje dvostruke mase

Tablica 7.4 Količina padalina na mjernejoj postaji Muć u razdoblju od 1.1.2003. do 31.12.2003. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	18,9	1,8	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,7
3	0,4	0,0	5,6	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	1,6	1,9	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	6,9	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	50,5	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0
6	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	0,0
7	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,6
8	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
9	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	16,8	0,0	0,0
10	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1	0,0	0,0	6,3
11	0,0	0,0	0,0	39,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3	0,0	0,0	2,2
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5
13	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0
19	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0
22	28,8	0,0	0,0	18,1	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	1,4
23	39,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	2,1	17,8	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	0,0	17,2	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	9,1	0,0	6,2	0,0	10,9	12,7	0,0
28	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	2,2	15,1	0,0
29	13,3		0,0	0,0	0,6	6,7	0,0	0,0	26,5	0,0	50,2	11,1
30	8,8		0,0	0,0	0,0	38,8	0,0	0,0	27,5	11,1	15,2	12,2
31	8,3		0,0		2,6		0,0	0,0		14,9		38,9
UKUPNO	226,70	34,90	5,60	63,50	16,10	83,40	50,50	10,40	102,50	165,80	210,20	90,90
KUMULATIVNO	226,70	261,60	267,20	330,70	346,80	430,20	480,70	491,10	593,60	759,40	969,60	1060,50

Tablica 7.5 Količina padalina na mjernejoj postaji Dugopolje u razdoblju od 1.1.2003. do 31.12.2003. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	40,8	0,6	0	1,8	0	0	0	0	0	4,8	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,3	0
3	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5,4	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	9,8	63,8	0	0	0	0	31,1	0	0	2,5	0	0
6	11,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0	32,4	0	0
7	37,3	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	3,5
8	18,1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0	0
9	52,9	0	0	0	0	0	0	0	3,2	15,1	0	0
10	39,8	0	0	0	0	0	0	0	20,8	0	0	5,1
11	0	0	0	18,1	0	4,7	2,6	0	3,4	0	0	5,6
12	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	4,3
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0
19	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
21	0	0	0	0	24,8	0	0	0	0	0,8	0	0
22	51,2	0	0	21,1	4	0	0	0	0	4,6	0	3,2
23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	22,9	0	14,8
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,2	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,7	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,8	0
27	0	0	0	0	0,2	13,1	0	3,4	0	8,5	13,1	0
28	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0,7	31,3	0
29	25,3		0	0	2,6	0	0	0	5,1	0	22,7	2,9
30	5,6		0	0	0	44,6	0	0	10,5	3,4	11,6	24,7
31	14,2		0		0,1		0	0		1,3		44,6
UKUPNO	327,10	65,30	1,50	42,90	31,70	62,40	33,70	3,40	43,00	111,00	127,90	113,40
KUMULATIVNO	327,10	392,40	393,90	436,80	468,50	530,90	564,60	568,00	611,00	722,00	849,90	963,30



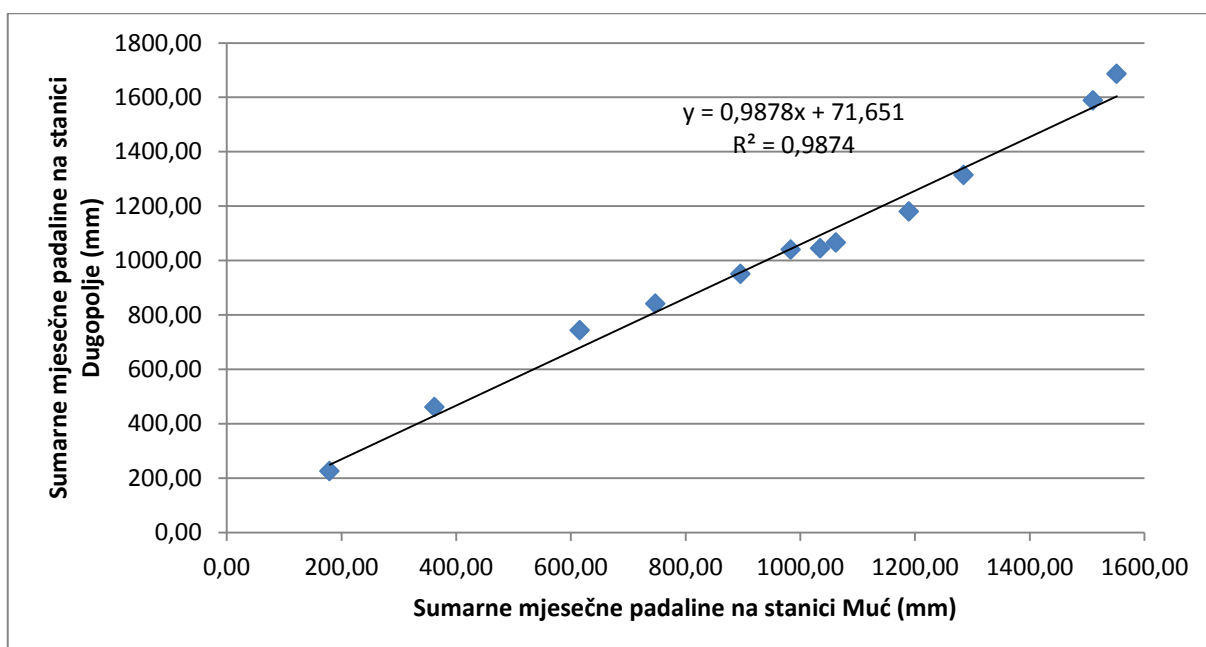
Slika 7.3 Provjera homogenosti mjesečnih padalina na mjernim postajama Muć i Dugopolje 2003. godine korištenjem krivulje dvostruke mase

Tablica 7.6 Količina padalina na mjernoj postaji Muć u razdoblju od 1.1.2013. do 31.12.2013. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0	0	0	30,7	0	30,2	0	0	0	7,7	0	8,1
2	0	0	0	13,7	0	8,6	0	0	0	0	0	3,5
3	6,5	25,5	0	37,8	0	4,2	0	0	2,1	0	1,9	0
4	0	0	0	0	0	5,8	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	18,1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	10,3	7,5	3,7	0	0	0	1,5	30,5	0
7	0	19,9	29,4	0	45,3	9,9	0	0	0	0	0	0
8	0	0	3,5	0	11,5	0	0	0	0	24,4	0	0
9	0	0	8,5	0	0	0	0	0	0	21,4	0	0
10	0,4	0	10,2	10,2	0	0	1,6	0	0	8,6	0,5	0
11	8,4	0	24,5	1,4	0	5	0,4	0	6,5	2,5	18,8	0
12	3,8	13,2	18,4	0	6,6	0	0	0	13,4	0	12,8	0
13	0	50,5	14,3	0	0	0	0	0	15,6	0	0	0
14	15,2	11,8	35,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	27,1	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2,5	0	0	0	0	0	0	0	21,5	9,3	0	0
17	12,2	0	0	0	1,6	0	0	0	4,5	20	0	0
18	11,5	1,9	12,7	0	0,5	0	0	0	31,9	0	0	0
19	0	0	16,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,5	0
21	34,6	1,2	18,4	0	0	0	26,4	0	0	0	28,8	0
22	28,9	0	0	9,8	2,4	0	0	0	0	0	16,5	0
23	8,8	24,4	0	7,8	12,5	0	0	0	0	0	55,9	0
24	9,7	16,5	0	0	6,5	0	0	0	0	0	21,1	0
25	7,5	17,7	0	0	0	12,5	0	0	0	0	0	0
26	0	0	36,9	0	18,7	0	0	13,4	0	0	0	0
27	0	0	1,4	0	17,9	0	0	6,7	0	0	0	30,1
28	0	0	0	10,1	0	0	0	7,4	0	0	0	0
29	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0,5	0	10,9	8,1	4,5	0	31,8	0	0	0
31	0	0	13,7	0	6,2	0	0	0	0	0	0	0
UKUPNO	179,60	182,60	253,60	131,80	148,10	88,00	51,00	27,50	127,30	95,40	225,30	41,70
KUMULATIVNO	179,60	362,20	615,80	747,60	895,70	983,70	1034,70	1062,20	1189,50	1284,90	1510,20	1551,90

Tablica 7.7 Količina padalina na mjernoj postaji Dugopolje u razdoblju od 1.1.2013. do 31.12.2013. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0	0	0	22,3	0	43,2	0	0	0	56,3	0	13,3
2	0	0	0	33,1	0	5,3	0	0	0	0	0	4,2
3	2,4	41,1	0	12,2	0	2,4	0	0	0	0	0	0
4	0	1,3	0	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	5,4	6,7	0	0	0	0	3,4	42,8	0
7	0	6,3	15,4	0	6,3	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0,3	0	5,5	9,8	0	0	0	21,2	0	0
9	0	0	17,7	0,7	0	0	0	0	0	6,1	0	0
10	1,3	0	15,1	7,5	0	0	0	0	0	6,3	3,4	0
11	10,6	0,5	20,2	0	0	0,7	0	0	11,9	8,2	32,2	0
12	5,4	49,3	15,6	0	0	0,5	0	0	26,7	0	18,5	0
13	0	55,2	17,7	0	0	0	4,7	0	15,8	0	0	0
14	13,4	24,5	37,5	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0
15	27,1	0	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2,5	0	0	0	0	0	0	0	24,8	8,4	0	0
17	22,8	0	0	0	2,1	0	0	0	0	23,6	0	0
18	1,2	2,2	19,1	0	0,3	0	0	0	9,7	0	0	0
19	0	0	18,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,8	0
21	38,4	1,4	16,9	0	0	0	0	0	0	0	56,4	0
22	50,7	0	1	8,4	5,9	0	0	0	0	0	10,2	0
23	10,4	35,5	0	1,7	15,2	0	0	0	0	0	69,3	0
24	16,6	17,8	0	0	13,8	0	0	0	0	0	3,2	0
25	20,7	0	0	0	1,1	18,3	0	0	0	0	0	0
26	0	0	52,4	0	22,8	0	0	5,5	0	0	0	0
27	0	0	3,5	0	9,5	0	0	5,7	0	0	0	78,8
28	0	0	0	6,4	0,8	0	0	2,5	0	0	0	1,1
29	0	0	2,2	0	0	0,5	0	6,6	0	0	0	0
30	0	0	0	0	15,7	4,2	0,9	0	23,5	0	0	0
31	0	0	24,7	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0
UKUPNO	225,60	235,10	282,40	97,70	109,80	88,80	5,60	20,30	114,80	133,50	274,80	97,40
KUMULATIVNO	225,60	460,70	743,10	840,80	950,60	1039,40	1045,00	1065,30	1180,10	1313,60	1588,40	1685,80

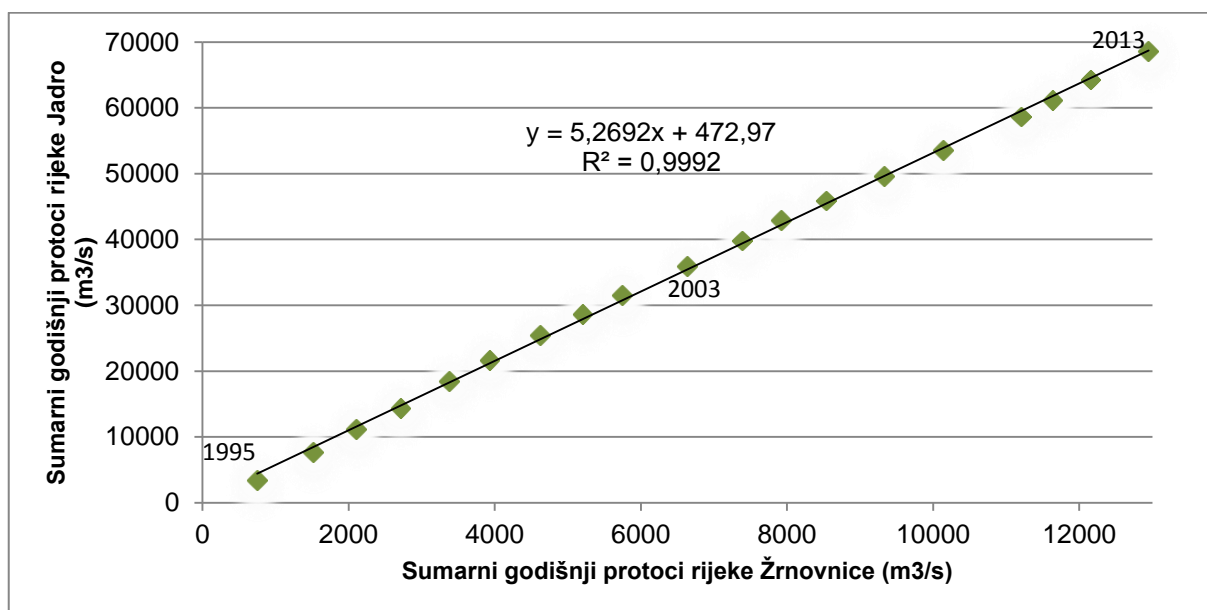


Slika 7.4 Provjera homogenosti mjesečnih padalina na mjernim postajama Muć i Dugopolje 2013. godine korištenjem krivulje dvostruke mase

Iz niza podataka o protocima na rijekama Jadro i Žrnovnica u razdoblju od 1.1.1995. godine do 31.12.2013. godine određeni su ukupni i kumulativni, godišnji protoci s ciljem provjere homogenosti korištenjem krivulje dvostruke mase.

Tablica 7.8 Prikaz ukupnih i kumulativnih, godišnjih protoka na rijekama Žrnovnica i Jadro

Godina	Ukupni protoci Žrnovnica (m ³ /s)	Ukupni protoci Jadro (m ³ /s)	Kumulativni protoci Žrnovnica (m ³ /s)	Kumulativni protoci Jadro (m ³ /s)
1995	749,6	3465,0	749,6	3465,0
1996	766,6	4220,0	1516,2	7685,0
1997	592,3	3511,6	2108,5	11196,6
1998	605,2	3184,3	2713,6	14380,9
1999	670,6	4090,2	3384,2	18471,1
2000	548,8	3179,9	3933,0	21651,0
2001	687,4	3740,9	4620,4	25391,8
2002	587,4	3286,1	5207,8	28677,9
2003	535,9	2849,2	5743,7	31527,1
2004	897,5	4400,3	6641,2	35927,4
2005	753,5	3873,6	7394,7	39801,0
2006	533,3	3143,7	7928,0	42944,8
2007	613,4	2942,4	8541,4	45887,2
2008	791,2	3715,6	9332,6	49602,8
2009	802,5	3987,4	10135,1	53590,2
2010	1067,0	5030,0	11202,1	58620,1
2011	435,2	2541,0	11637,3	61161,1
2012	521,8	3126,5	12159,1	64287,6
2013	789,7	4345,2	12948,8	68632,8



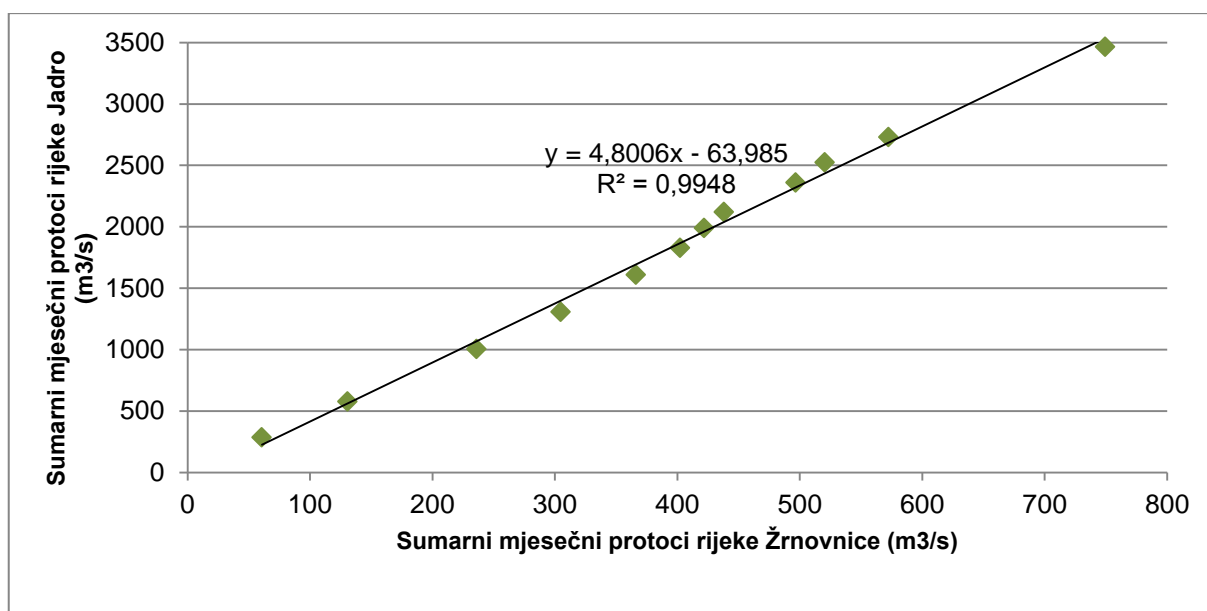
Slika 7.5 Provjera homogenosti godišnjih protoka na rijekama Žrnovnica i Jadro korištenjem krivulje dvostruke mase

Tablica 7.9 Količina protoka rijeke Žrnovnice u razdoblju od 1.1.1995. do 31.12.1995. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	3,46	3,46	2,29	2,53	1,52	1,43	0,769	0,534	0,475	1,09	1,01	4,04
2	4,66	2,92	1,95	2,29	1,43	1,43	0,769	0,534	0,475	1,01	0,884	3,18
3	3,74	2,53	1,95	2,29	1,43	1,43	0,733	0,534	0,475	0,965	0,965	2,66
4	3,05	2,17	3,6	2,17	1,28	1,43	0,733	0,534	1,05	0,884	0,924	2,29
5	2,53	1,95	7,88	1,95	1,23	1,28	0,697	0,504	1,63	0,884	0,845	2,06
6	2,17	1,73	6,54	1,84	1,14	1,18	0,733	0,504	6,18	0,845	0,806	3,6
7	1,95	1,63	6,73	1,73	1,05	1,43	0,697	0,504	3,46	0,806	0,769	10,8
8	1,63	1,43	6,36	1,63	1,01	2,66	0,697	0,504	2,41	0,769	0,733	9,31
9	1,43	1,33	4,98	1,52	0,965	1,84	0,663	0,504	2,17	0,769	0,697	7,29
10	1,33	1,23	4,19	1,43	0,924	1,52	0,629	0,504	2,17	0,769	0,697	6
11	1,28	1,14	3,6	1,33	0,924	1,33	0,629	0,504	1,73	0,769	0,663	4,82
12	1,18	1,05	3,18	1,23	0,924	1,23	0,629	0,504	1,33	0,733	0,663	3,74
13	1,09	1,05	2,92	1,18	1,52	1,33	0,629	0,504	1,14	0,733	0,663	9,1
14	1,01	1,18	2,53	1,14	4,34	1,23	0,629	0,475	1,73	0,697	0,629	11,1
15	0,965	2,41	2,41	1,23	3,46	1,14	0,629	0,504	4,66	0,769	0,629	8,68
16	0,924	2,17	2,29	7,1	2,79	1,05	0,629	0,504	3,46	0,733	0,663	6,91
17	0,924	2,79	3,46	6,73	2,53	1,01	0,597	0,475	2,66	0,697	0,663	6
18	0,884	2,79	3,32	4,34	3,18	1,01	0,597	0,504	2,29	0,697	1,23	5,48
19	0,884	6,36	2,92	3,32	3,05	0,924	0,597	0,534	1,95	0,697	1,43	7,1
20	0,924	4,82	2,92	2,79	3,46	0,884	0,565	0,565	1,63	0,663	1,18	6,36
21	0,924	3,6	3,46	2,41	3,6	0,845	0,597	0,534	1,52	0,663	1,01	5,15
22	0,924	2,92	3,05	2,17	3,05	0,884	0,597	0,534	1,73	0,663	0,924	3,89
23	0,965	2,41	2,66	1,95	2,79	0,924	0,597	0,504	1,95	0,663	0,845	3,32
24	1,23	2,17	2,41	1,73	2,41	0,924	0,565	0,504	1,95	0,629	0,806	4,04
25	2,06	3,32	2,06	1,63	2,17	0,884	0,565	0,534	1,73	0,629	0,769	3,89
26	1,95	3,89	2,06	1,63	1,95	0,965	0,534	0,697	1,63	0,629	0,769	5,15
27	2,06	3,05	1,95	1,84	1,84	1,09	0,565	0,629	1,43	0,629	7,1	7,88
28	2,53	2,66	2,29	1,95	1,63	1,05	0,534	0,565	1,28	0,629	9,1	7,1
29	3,89		2,53	1,84	1,43	0,924	0,534	0,534	1,23	0,629	8,08	5,83
30	4,34		3,89	1,73	1,28	0,845	0,565	0,504	1,14	0,597	5,83	4,66
31	3,74		2,92		1,23		0,534	0,504		1,43		5,65
UKUPNO	60,63	70,16	105,30	68,65	61,54	36,10	19,44	16,28	58,67	23,77	51,98	177,08
KUMULATIVNO	60,63	130,79	236,09	304,74	366,28	402,38	421,82	438,09	496,76	520,53	572,50	749,58

Tablica 7.10 Količina protoka rijeke Jadro u razdoblju od 1.1.1995. do 31.12.1995. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	11,66	11,74	9,37	9,73	7,89	8,73	6,18	4,21	4,25	5,98	4,59	12,81
2	15,17	10,59	8,66	9,73	7,56	8,64	5,90	4,03	4,23	5,97	4,43	11,24
3	14,18	9,86	8,65	9,76	7,03	8,33	5,90	4,21	4,23	6,03	5,83	9,33
4	12,62	9,49	15,18	10,10	7,31	8,61	5,90	4,03	5,13	6,05	5,81	9,03
5	11,06	8,79	33,58	9,73	7,05	8,55	6,18	4,03	6,57	6,05	5,07	8,75
6	9,27	8,13	26,58	9,04	6,77	7,91	5,93	3,85	15,20	6,04	4,84	12,82
7	8,86	8,10	25,29	8,70	6,74	7,64	6,14	3,72	10,65	5,56	4,81	46,73
8	8,37	7,77	24,20	8,06	6,41	8,24	5,88	3,76	8,73	5,35	5,04	40,83
9	7,73	7,18	21,57	7,75	6,26	7,64	5,61	4,16	7,36	5,32	4,59	30,03
10	7,43	7,16	19,21	6,91	6,29	7,63	5,40	4,42	7,15	5,30	4,80	25,08
11	7,09	6,55	16,92	6,90	5,87	7,03	5,42	4,20	6,57	5,30	4,58	20,08
12	7,08	6,24	15,13	6,98	5,85	7,31	5,43	4,04	6,26	5,54	4,59	17,85
13	6,80	5,99	14,32	7,24	10,23	8,58	5,38	4,04	5,77	5,30	4,59	34,26
14	6,61	6,07	13,09	6,74	20,13	8,26	5,15	4,06	6,89	5,32	4,58	52,33
15	6,57	7,88	11,80	7,05	14,94	7,31	5,42	3,88	11,95	5,30	4,58	38,83
16	6,57	8,50	11,20	19,35	13,81	7,03	5,19	3,86	10,49	5,51	4,62	30,44
17	6,81	9,21	12,15	21,63	12,69	6,75	4,99	3,86	11,59	5,27	4,59	26,67
18	6,79	9,55	12,09	17,50	13,15	6,68	4,80	4,07	10,98	5,27	5,81	24,21
19	6,90	18,92	10,93	14,58	12,30	6,80	4,62	4,26	8,93	5,30	6,06	25,64
20	7,44	19,17	10,92	12,88	13,97	6,55	4,83	4,45	8,23	5,30	5,52	24,07
21	6,87	15,45	10,21	10,79	13,26	6,41	4,83	4,23	7,41	5,27	5,31	20,52
22	7,18	14,30	9,93	10,40	12,31	6,46	4,62	4,23	10,17	5,03	5,28	18,23
23	7,47	12,39	9,81	9,33	11,75	6,73	4,83	4,44	9,80	5,02	5,04	16,49
24	8,12	10,80	9,37	8,52	10,67	6,73	4,83	4,23	8,74	5,27	4,84	16,89
25	9,50	12,73	9,36	8,14	9,79	6,44	4,62	4,45	7,75	5,26	4,81	16,46
26	8,81	13,98	9,36	9,01	8,80	6,44	4,62	5,09	6,87	4,79	5,08	21,22
27	9,50	12,75	9,02	9,20	8,11	6,71	4,43	4,66	6,87	4,58	15,26	27,97
28	11,14	11,16	9,76	9,54	8,39	6,98	4,60	4,42	6,53	4,57	24,01	25,68
29	12,93		10,10	8,87	8,41	6,70	4,43	4,44	6,25	4,37	20,90	23,64
30	14,99		10,81	8,51	8,47	6,43	4,60	4,45	6,25	4,56	15,72	20,98
31	14,13		10,45		8,55		4,62	4,25		4,81		27,83
UKUPNO	285,65	290,45	429,02	302,67	300,76	220,25	161,28	130,03	237,80	164,59	205,58	736,94
KUMULATIVNO	285,65	576,10	1005,12	1307,79	1608,55	1828,80	1990,08	2120,11	2357,91	2522,50	2728,08	3465,02



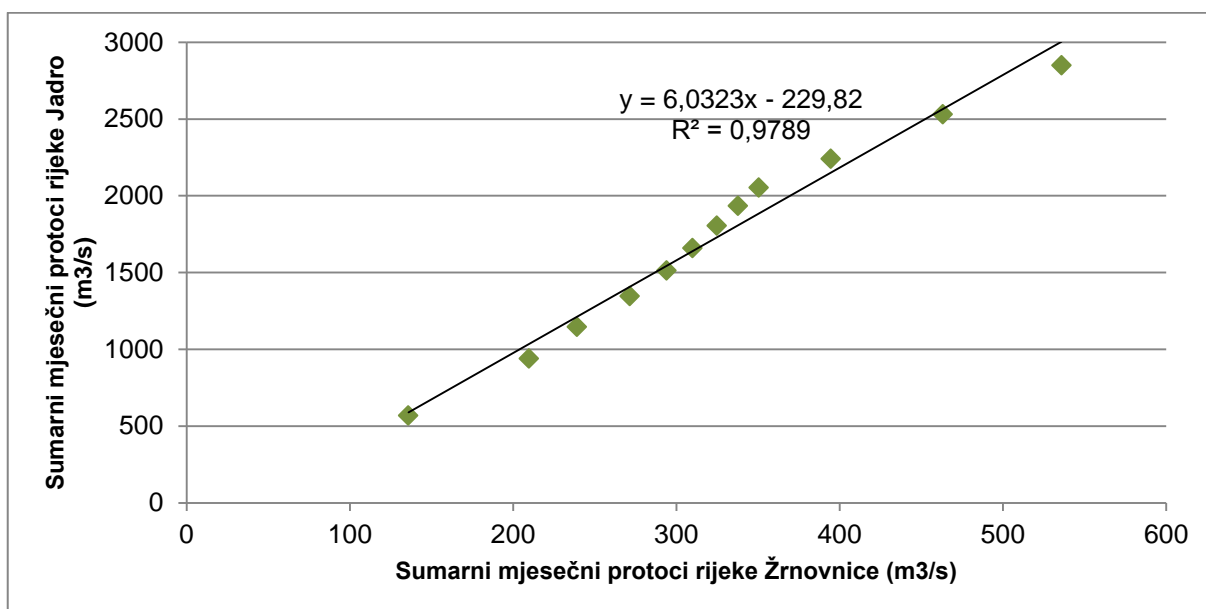
Slika 7.6 Provjera homogenosti mjesečnih protoka na rijekama Žrnovnica i Jadro 1995. godine korištenjem krivulje dvostruke mase

Tablica 7.11 Količina protoka rijeke Žrnovnice u razdoblju od 1.1.2003. do 31.12.2003. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	5,23	3,87	1,21	0,761	0,917	0,618	0,501	0,463	0,399	0,766	2,26	5,07
2	4,55	3,34	1,21	0,764	0,903	0,603	0,487	0,449	0,401	0,707	3,51	3,6
3	3,48	3	1,22	0,736	0,873	0,597	0,483	0,447	0,405	0,671	3,28	3,05
4	2,93	3,25	1,28	0,72	0,845	0,584	0,515	0,43	0,408	0,631	2,8	2,61
5	2,77	8,54	1,22	0,704	0,809	0,59	0,544	0,44	0,411	0,636	2,45	2,44
6	3,33	6,3	1,19	0,715	0,814	0,581	0,531	0,441	0,417	1,12	2,15	2,3
7	6,36	4,62	1,15	0,763	0,832	0,568	0,521	0,436	0,417	1,15	1,9	2,05
8	7,12	3,68	1,11	0,773	0,811	0,583	0,516	0,431	0,425	1,19	1,68	1,86
9	9,11	3,33	1,07	0,732	0,784	0,56	0,506	0,427	0,437	1,33	1,54	1,75
10	10,2	2,92	1,02	0,755	0,77	0,573	0,495	0,432	0,47	1,08	1,36	1,65
11	8,17	2,63	1,02	1,81	0,785	0,573	0,498	0,424	0,501	0,915	1,25	1,77
12	6,49	2,5	1,01	1,91	0,757	0,544	0,487	0,415	0,452	0,838	1,16	2,3
13	5,06	2,39	1,03	1,61	0,735	0,522	0,483	0,418	0,434	0,787	1,1	2,81
14	3,77	2,21	1,01	1,37	0,727	0,503	0,477	0,412	0,428	0,743	1,06	2,65
15	3,3	2,07	0,972	1,24	0,711	0,501	0,473	0,431	0,408	0,699	1,02	2,32
16	2,88	1,93	0,926	1,13	0,707	0,496	0,463	0,409	0,405	0,676	0,986	2
17	2,63	1,78	0,875	1,02	0,696	0,496	0,464	0,423	0,402	0,651	0,972	1,76
18	2,43	1,72	0,842	0,972	0,685	0,49	0,462	0,41	0,395	0,637	0,923	1,63
19	2,33	1,61	0,809	0,94	0,667	0,504	0,458	0,395	0,394	0,636	0,903	1,53
20	2,19	1,61	0,795	0,923	0,662	0,49	0,465	0,394	0,395	0,651	0,872	1,42
21	2,01	1,51	0,798	0,899	0,684	0,471	0,466	0,401	0,393	0,667	0,856	1,34
22	5,79	1,42	0,782	1,26	0,683	0,478	0,46	0,397	0,38	1,97	0,832	1,44
23	6,62	1,34	0,798	1,67	0,663	0,474	0,455	0,401	0,389	5,95	0,832	1,61
24	4,61	1,32	0,767	1,5	0,644	0,489	0,449	0,399	0,387	3,97	0,818	1,57
25	3,57	1,27	0,764	1,31	0,655	0,5	0,455	0,407	0,373	2,94	0,816	1,46
26	3,12	1,25	0,745	1,19	0,64	0,506	0,463	0,412	0,373	2,32	1,61	1,42
27	2,81	1,25	0,739	1,12	0,645	0,531	0,464	0,409	0,379	1,97	5,6	1,34
28	2,53	1,24	0,736	1,05	0,631	0,521	0,464	0,403	0,402	1,87	8,64	1,3
29	3,01		0,734	0,991	0,613	0,521	0,466	0,406	0,479	1,86	8,62	1,3
30	3,56		0,75	0,953	0,596	0,509	0,466	0,393	0,801	1,76	6,83	3,77
31	3,98		0,742		0,597		0,464	0,396		2,25		9,56
UKUPNO	135,94	73,90	29,32	32,29	22,54	15,98	14,90	12,95	12,76	44,04	68,63	72,68
KUMULATIVNO	135,94	209,84	239,16	271,46	294,00	309,97	324,87	337,82	350,58	394,63	463,26	535,94

Tablica 7.12 Količina protoka rijeke Jadro u razdoblju od 1.1.2003. do 31.12.2003. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	20,50	16,57	7,60	5,86	5,97	5,02	4,83	4,53	3,89	4,47	8,55	20,61
2	19,22	15,77	7,57	5,86	5,91	5,02	4,72	4,54	3,92	4,35	15,33	17,40
3	17,00	14,91	7,65	5,87	5,91	5,02	4,69	4,52	3,92	4,33	14,81	15,45
4	14,74	15,59	7,67	5,89	5,75	5,04	4,85	4,55	3,94	4,23	12,89	13,68
5	13,20	28,81	7,64	5,86	5,66	5,01	4,88	4,51	3,95	4,21	11,28	12,51
6	15,19	26,41	7,51	5,83	5,65	5,01	4,88	4,48	3,94	5,56	10,04	11,13
7	22,59	23,04	7,44	5,65	5,64	5,02	4,79	4,46	3,94	5,37	8,71	9,78
8	26,30	19,60	7,31	5,62	5,65	5,02	4,74	4,45	3,97	5,58	7,77	8,84
9	31,00	17,64	7,13	5,59	5,57	5,01	4,76	4,38	3,95	5,77	7,22	8,31
10	31,57	16,16	7,05	5,59	5,48	5,01	4,74	4,39	4,02	5,19	6,87	7,89
11	27,26	14,81	6,94	9,13	5,51	5,01	4,74	4,40	4,05	4,83	6,56	8,32
12	22,93	13,60	6,92	8,99	5,50	4,92	4,66	4,42	3,96	4,64	6,32	10,05
13	19,56	12,48	6,91	8,18	5,43	4,89	4,69	4,46	3,91	4,55	6,11	10,46
14	17,13	11,50	6,92	7,49	5,41	4,88	4,69	4,41	3,92	4,51	5,99	10,00
15	15,51	10,81	6,77	7,15	5,41	4,89	4,69	4,16	3,89	4,36	5,85	9,34
16	14,47	10,33	6,64	6,80	5,42	4,80	4,66	4,01	3,88	4,18	5,71	8,68
17	13,53	9,90	6,52	6,44	5,25	4,79	4,66	4,01	3,88	4,23	5,60	8,11
18	12,46	9,66	6,37	6,33	5,23	4,75	4,66	3,94	3,89	4,23	5,52	7,65
19	11,88	9,30	6,35	6,13	5,22	4,75	4,66	3,94	3,89	4,18	5,49	7,41
20	11,57	8,93	6,32	6,10	5,19	4,77	4,64	3,93	3,91	4,07	5,38	7,14
21	11,32	8,71	6,13	6,02	5,25	4,71	4,62	3,90	3,98	4,18	5,31	6,98
22	24,77	8,51	6,07	7,78	5,20	4,74	4,57	3,92	3,98	6,35	5,31	7,11
23	24,64	8,22	6,07	8,37	5,16	4,74	4,54	3,92	4,00	13,93	5,18	7,55
24	21,77	8,06	6,06	7,69	5,10	4,74	4,53	3,92	4,02	11,62	5,12	7,40
25	19,26	7,98	5,99	7,23	5,10	4,74	4,56	3,92	4,02	9,45	5,19	7,26
26	16,80	7,75	5,97	6,92	5,10	4,71	4,57	3,95	3,98	8,02	7,19	7,13
27	15,21	7,66	5,88	6,90	5,10	4,81	4,49	3,94	3,98	7,73	14,29	7,01
28	14,27	7,65	5,89	6,41	5,11	4,83	4,51	3,94	4,01	8,52	26,68	6,76
29	13,75		5,91	6,20	5,13	4,81	4,51	3,92	4,06	7,94	29,32	6,84
30	13,83		5,91	6,14	5,04	4,87	4,53	3,87	4,44	7,44	24,98	12,96
31	14,51		5,88		5,04		4,53	3,89		8,71		30,17
UKUPNO	567,75	370,37	207,00	200,00	167,10	146,38	144,61	129,60	119,14	186,73	290,57	319,94
KUMULATIVNO	567,75	938,12	1145,12	1345,12	1512,22	1658,59	1803,20	1932,80	2051,94	2238,66	2529,24	2849,18



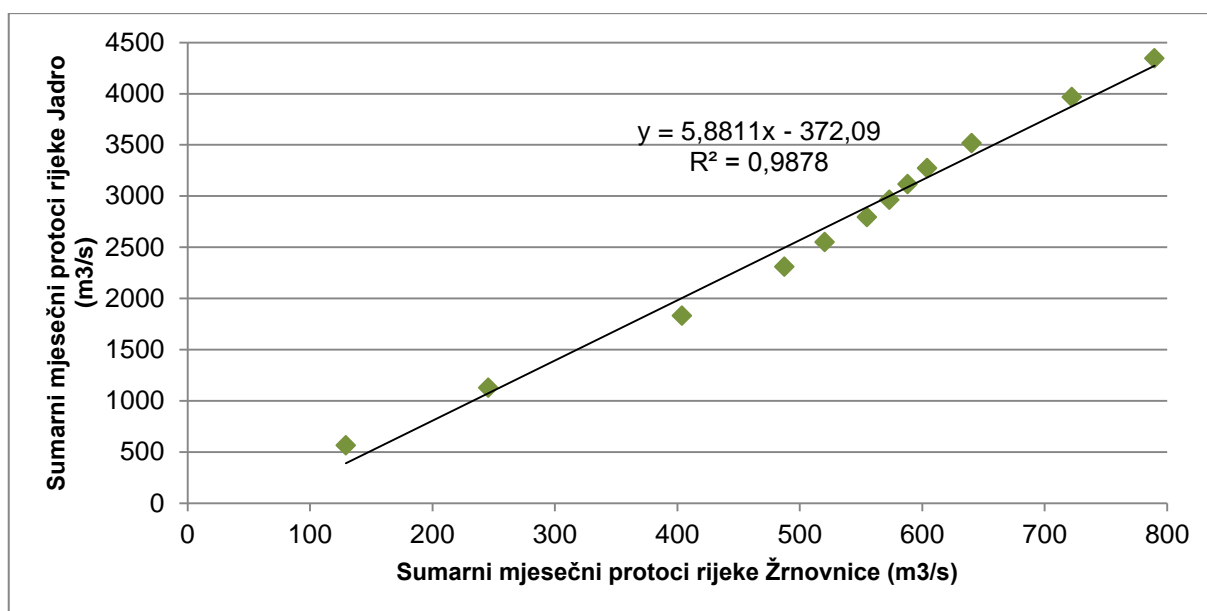
Slika 7.7 Provjera homogenosti mjesečnih protoka na rijekama Žrnovnica i Jadro 2003. godine korištenjem krivulje dvostruke mase

Tablica 7.13 Količina protoka rijeke Žrnovnice u razdoblju od 1.1.2013. do 31.12.2013. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2,12	2,24	2,51	5,41	1,03	2,56	0,65	0,5	0,44	1,65	0,67	2,05
2	1,97	2,15	2,29	10,3	0,986	2,63	0,65	0,5	0,43	1,1	0,67	1,96
3	1,8	2,59	2,12	10,9	0,967	2,23	0,62	0,5	0,42	0,83	0,67	1,93
4	1,72	2,58	2,06	7,15	0,935	1,91	0,66	0,5	0,4	0,71	0,67	1,85
5	1,66	2,38	1,94	4,97	0,92	1,7	0,66	0,49	0,41	0,66	0,68	1,77
6	1,59	2,22	1,81	3,88	0,909	1,67	0,69	0,49	0,41	0,62	0,82	1,71
7	1,54	2,15	2,54	3,11	1,01	1,49	0,66	0,49	0,4	1	0,74	1,63
8	1,48	2,06	3,2	2,82	1,14	1,41	0,64	0,5	0,41	1,61	0,7	1,56
9	1,45	2,02	4,85	2,53	1,1	1,31	0,64	0,49	0,39	1,66	0,68	1,48
10	1,42	1,9	5,77	2,36	1,06	1,25	0,63	0,49	0,4	1,77	0,67	1,41
11	1,58	1,78	8,35	2,17	1,03	1,15	0,62	0,49	0,45	1,57	1,73	1,34
12	1,71	4,74	9,04	2,15	0,991	1,07	0,62	0,49	0,6	1,37	2,56	1,27
13	1,74	12	6,89	2,03	0,958	1	0,61	0,48	0,6	1,18	1,66	1,22
14	1,85	13,8	10,6	1,93	0,903	0,967	0,6	0,48	0,56	1,02	1,36	1,18
15	2,43	9,31	9	1,85	0,876	0,921	0,59	0,47	0,5	0,91	1,17	1,14
16	3,68	6,08	5,92	1,75	0,85	0,896	0,59	0,47	1,11	2,31	1,02	1,11
17	5,04	4,22	4,01	1,67	0,838	0,853	0,58	0,48	0,81	2,78	0,93	1,06
18	5,59	3,18	4,56	1,56	0,801	0,831	0,58	0,47	0,64	1,91	0,89	1,02
19	4,24	2,83	8,11	1,5	0,76	0,809	0,57	0,47	0,59	1,51	1,08	1
20	3,77	2,52	6,18	1,45	0,727	0,782	0,56	0,46	0,55	1,25	3,92	0,98
21	10,3	2,26	5,27	1,39	0,726	0,752	0,56	0,46	0,51	1,09	5,62	0,94
22	13,4	2,13	5,06	1,36	0,731	0,726	0,55	0,46	0,5	0,99	4,78	0,93
23	9,82	3,46	3,75	1,31	0,82	0,716	0,54	0,46	0,49	0,92	14	0,91
24	10,7	6,85	3,03	1,25	0,964	0,716	0,54	0,47	0,48	0,85	11,3	0,88
25	11,5	7,38	3,5	1,22	0,903	0,757	0,54	0,47	0,48	0,81	7,33	0,87
26	7,75	5,11	12,3	1,19	1,39	0,741	0,52	0,46	0,48	0,77	4,83	1,36
27	5,38	3,54	7,8	1,17	1,99	0,712	0,52	0,47	0,48	0,74	3,3	12,7
28	4,03	2,84	5,1	1,14	1,74	0,699	0,52	0,49	0,47	0,73	2,69	9,08
29	3,01		3,75	1,11	1,53	0,699	0,52	0,47	0,47	0,72	2,36	5,09
30	2,65		3,11	1,07	1,48	0,688	0,51	0,46	1,18	0,7	2,15	3,38
31	2,44		3,64		1,86		0,51	0,45		0,68		2,69
UKUPNO	129,36	116,32	158,06	83,70	32,93	34,65	18,25	14,83	16,06	36,42	81,65	67,50
KUMULATIVNO	129,36	245,68	403,74	487,44	520,37	555,01	573,26	588,09	604,15	640,57	722,22	789,72

Tablica 7.14 Količina protoka rijeke Jadro u razdoblju od 1.1.2013. do 31.12.2013. godine

DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	12,51	15,00	16,21	26,31	7,75	14,28	6,06	5,02	4,78	11,01	5,63	15,37
2	11,71	14,57	14,99	36,55	7,54	14,71	6,05	5,06	4,77	8,22	5,55	14,71
3	11,02	20,04	13,90	38,52	7,55	12,97	5,99	5,03	4,77	6,84	5,42	13,99
4	10,27	19,80	13,11	31,24	7,33	11,64	5,95	5,02	4,69	6,10	5,40	13,24
5	9,72	17,61	12,29	27,68	7,27	10,44	5,82	5,03	4,69	5,78	6,18	12,40
6	9,16	15,85	11,50	24,72	7,29	9,47	5,74	4,99	4,69	5,63	8,05	11,57
7	8,88	14,88	13,91	22,43	8,25	9,22	5,68	5,02	4,69	6,41	6,78	10,78
8	8,50	14,31	14,40	19,84	8,64	8,97	5,61	4,98	4,71	8,88	6,37	10,15
9	8,29	13,71	18,34	18,21	8,17	8,60	5,61	4,97	4,71	9,64	6,16	9,47
10	8,22	13,07	21,47	16,87	7,89	8,33	5,57	4,99	4,73	9,74	6,00	9,00
11	8,59	12,46	28,62	15,89	7,74	8,11	5,53	5,01	5,13	9,49	13,75	8,65
12	8,85	20,67	30,13	15,30	7,54	7,83	5,52	4,98	5,90	8,61	17,35	8,64
13	8,91	35,52	26,66	14,71	7,47	7,61	5,49	5,00	5,59	7,76	12,99	8,29
14	10,15	37,01	36,35	13,77	7,27	7,33	5,43	4,93	5,24	7,13	10,82	8,24
15	16,30	31,27	33,15	13,01	7,26	7,22	5,40	4,90	5,05	6,84	9,41	8,03
16	18,36	27,16	27,81	12,33	7,01	7,07	5,35	4,91	6,56	10,90	8,29	7,81
17	20,38	23,60	24,38	11,62	6,99	6,92	5,35	4,92	6,01	13,68	7,68	7,71
18	21,70	20,92	24,88	10,91	6,85	6,78	5,33	4,89	5,52	11,50	7,32	7,51
19	19,98	18,06	29,91	10,36	6,76	6,68	5,27	4,87	5,31	9,45	8,02	7,37
20	18,97	16,29	26,85	9,90	6,52	6,57	5,24	4,88	5,20	8,19	19,40	7,40
21	36,08	15,19	26,34	9,51	6,52	6,51	5,21	4,87	5,10	7,52	26,89	7,13
22	43,53	14,40	25,27	9,31	6,51	6,44	5,20	4,87	5,04	7,08	24,52	7,04
23	33,99	19,91	22,25	9,04	6,96	6,43	5,21	4,88	4,98	6,78	47,29	6,86
24	33,51	25,91	19,89	8,75	7,43	6,45	5,18	4,89	4,99	6,57	40,95	6,85
25	33,66	25,11	19,76	8,58	7,20	6,61	5,18	4,90	4,98	6,33	31,82	6,72
26	29,52	22,31	33,96	8,42	9,99	6,43	5,12	4,88	4,98	6,16	27,29	9,07
27	26,05	19,80	28,62	8,32	11,43	6,30	5,11	4,90	4,97	6,07	23,49	41,62
28	23,00	17,61	25,50	8,13	9,62	6,26	5,07	4,96	5,00	5,90	20,07	31,53
29	20,09		22,48	8,01	8,76	6,26	5,07	4,92	4,99	5,85	17,64	24,18
30	17,54		20,08	7,85	9,25	6,11	5,01	4,88	9,11	5,67	16,10	19,99
31	16,05		22,63		9,69		5,02	4,85		5,70		17,17
UKUPNO	563,49	562,04	705,64	476,05	242,44	244,55	168,35	153,22	156,88	241,43	452,64	378,49
KUMULATIVNO	563,49	1125,53	1831,16	2307,22	2549,66	2794,21	2962,55	3115,77	3272,65	3514,08	3966,72	4345,21



Slika 7.8 Provjera homogenosti mjesečnih protoka na rijekama Žrnovnica i Jadro 2013. godine korištenjem krivulje dvostruke mase

8 ZAKLJUČAK

Promjene u homogenosti niza padalinskih podataka mogu nastati zbog primjene različitih instrumenata, promjene u proceduri promatranja padalina i promjene lokacije mjernog instrumenta.

Primjenom postupka provjere homogenosti padalinskih nizova, mogu se otkriti promjene u postupku sakupljanja padalinskih podataka, sakupljanja padalinskih podataka na određenoj lokaciji te stvoriti mjere opreza neophodnih za postizanje reprezentativnih mjerenja padalina. Jedna od metoda za otkrivanje nehomogenosti je metoda duple mase koja je jednostavna i efikasna. Uspoređuju se sumarne godišnje ili mjesečne oborine, promatrane kod stanice od interesa, s prosjekom istodobnih sumarnih vrijednosti grupe obližnjih stanica ili jedne stanice, kao što je slučaj u ovom radu.

Ukoliko su nepromjenjivi uvjeti, odnos između dviju količina bit će linearan s vrlo malim odstupanjima točki od pravca. U slučaju bilo kakvog efekta koji izaziva promjena samo na jednoj stanici, doći će do vidne promjene nagiba pravca te je potrebno ustanoviti koji je razlog tome.

Podaci o protoku su među najvrjednijim hidrološkim podacima zbog toga što predstavljaju integraciju svih hidroloških faktora. Nehomogenost može biti posljedica promjene metode u prikupljanju podataka o protoku ili promjenama u korištenju vode, skladištenju ili evapotranspiraciji.

Krivulja dvostrukih masa može se koristiti da bi se provjerile nedosljednosti u podacima o protoku na isti način kao što se provjeravaju nedosljednosti u podacima o oborinama, ali se pretpostavlja da ne postoji konstantan omjer između jednog podatka i grupe podataka.

Iz rezultata ispitivanja proizlaze sljedeći zaključci:

- Primjenom krivulje dvostruke mase vidljivo je da su godišnje padaline, od 1995. do 2013. godine na mjernim stanicama Muć i Dugopolje, homogene, odnosno, izražena je jasna pozitivna, linearna veza među njima te koeficijent korelacije iznosi gotovo 1.
- Upotrebom krivulje dvostruke mase na mjesečne podatke o padalinama, 1995., 2003. i 2013. godine na mjernim postajama Muć i Dugopolje, vidljivo je da su podaci raspršeniji u odnosu na godišnje, ali i dalje uz jasnu linearnu, homogenu

vezu. Najveća nehomogenost se javlja u 2003. godini, pogotovo u prvom i dvanaestom mjesecu.

- Usporedbom podataka o godišnjim protocima na rijekama Žrnovnici i Jadru, od 1995. do 2013. godine, u svrhu određivanja homogenosti pomoću krivulje dvostruke mase, zaključeno je da nema poremećaja u mjerenju protoka. Podaci su pravilno i linearno raspoređeni uz koeficijent korelacije koji iznosi gotovo 1.
- Kod provjere homogenosti mjesečnih protoka, 1995., 2003. i 2013. godine na rijekama Jadro i Žrnovnica, uočena je nehomogenost 2003. godine u osmom i devetom mjesecu te 2013. godine u trećem i četvrtom mjesecu, ali nije potrebna korekcija mjerenih podataka.
- Očekivano, veća kolebanja se javljaju na mjesečnoj nego na godišnjoj bazi, a pouzdaniji rezultati su dobiveni upotrebom nizova godišnjih podataka o oborinama i protocima. Ni na jednoj provjeri homogenosti podataka nije uočena veća promjena nagiba pravca pa nije potrebno praviti korekciju.

LITERATURA

- [1] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Kr%C5%A1>
- [2] <http://www.geografija.hr/hrvatska/rasirenost-krsa-u-hrvatskoj/>
- [3] Dr. sc. Ranko Žugaj: Regionalna hidrološka analiza u kršu Hrvatske, Zagreb, 1995.
- [4] http://www.crorivers.com/obiljezja_krske.php
- [5] <http://www.zadar.hr/hr/zrmanja-river-canyon>
- [6] <http://solin-info.com/hr/znamenitosti/solin-danas/rijeka-jadro/>
- [7] http://solin-info.com/files/5513/2493/7889/IMG_7085.jpg
- [8] [https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrnovnica_\(rijeka\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrnovnica_(rijeka))
- [9] [https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrnovnica_\(rijeka\)#/media/File:%C4%8CRiver_%C5%BDrnovnica_in_Stobre%C4%8D.JPG](https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrnovnica_(rijeka)#/media/File:%C4%8CRiver_%C5%BDrnovnica_in_Stobre%C4%8D.JPG)
- [10] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=31664>
- [11] http://agrologistika.hr/hr_HR/mjerni-instrumenti/kisomjeri
- [12] https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Standard_rain_Guage.JPG
- [13] <http://hidro.dhz.hr/hidroweb/pocetna/Zastoprotok/Zastoprotok.html>
- [14] <http://hidro.dhz.hr/hidroweb/pocetna/Zastoprotok/Zastoprotok.html>
- [15] [http://grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrologija/PREDAVANJA/H1_5%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](http://grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrologija/PREDAVANJA/H1_5%20[Compatibility%20Mode].pdf)
- [16] <http://hidro.dhz.hr/hidroweb/pocetna/Protok/Protok.html>

[17][http://grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrologija/PREDAVANJA/H1_5%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](http://grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrologija/PREDAVANJA/H1_5%20[Compatibility%20Mode].pdf)

[18]https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/006/938/original/4_Statisti%C4%8Dka_obrada_podataka_o_protocima.pdf?1446020160

[19] Dr. Husno Hrelja: Inženjerska hidrologija, Sarajevo, 2007.

[20] J. K. Searcy, C. H. Hardison: Manual of Hydrology: Part 1. General Surface-Water Techniques, Washington, 1960.

[21] <http://gf.sve-mo.ba/Hidrologija%20predavanja%203.pdf>