

# Hidrološka analiza protoka dvaju krških izvora (Jadro, Žrnovnica)

---

**Bosnić, Julija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*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:123:566011>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-09**



*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**

**Julija Bosnić**

**Split, 2015.**

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

**Julija Bosnić**

**Hidrološka analiza protoka dvaju krških izvora  
(Jadro, Žrnovnica)**

**Završni rad**

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

**Split, 2015.**

**STUDIJ:** **SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ**

**KANDIDAT:** **Julija Bosnić**

**BROJ INDEKSA:** **3963**

**KATEDRA:** **Katedra za Hidrologiju**

**PREDMET:** **Hidrologija**

### **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

**Tema: Hidrološka analiza protoka dvaju krških izvora (Jadro, Žrnovnica)**

**Opis Zadatka:** Opis krivulje recesije, hidrološka analiza protoka dvaju krških izvora (Jadro, Žrnovnica)

U Splitu, 11.09. 2015.g

Voditelj završnog rada:

Prof. dr. sc. Vesna Denić-Jukić

# **Hidrološka analiza protoka dvaju krških izvora ( Jadro, Žrnovnica)**

## ***Sažetak:***

U ovom radu prikazana je hidrološka analiza dvaju krških izvora (Jadro i Žrnovnica). Rad je koncipiran u dva dijela.

U prvom teoretskom dijelu je opisan krški reljef i njegov utjecaj na protok rijeka. Također je opisana krivulja recesije, hidrogram, krivulja trajanja, bilanca vode. Naglasak je na krivulji recesije pošto u drugom dijelu uspoređujemo recesijska razdoblja rijeke Jadro i rijeke Žrnovnica za razdoblje od 1994.-1999. godine.

U drugom dijelu rada priložena je analiza recesijskih razdoblja rijeke Jadro i rijeke Žrnovnica za razdoblje od 1994.-1999. godine. U ovim primjerima dan je prikaz maksimalnih i minimalnih protoka, određeni su hidrogrami otjecanja i krivulje recesije. Proračun je proveden u aplikaciji „Microsoft Excel 2010“.

## ***Ključne riječi:***

krš, recesija, hidrogram, hidrologija, protok

# **Hydrologic flow analysis two karst springs (Jadro, Žrnovnica)**

## ***Abstract:***

This study presents a hydrological analysis of two karst springs (Jadro and Žrnovnica). The study is divided into two parts.

In the first theoretical part describes the karst relief and its effect on the flow of rivers. He also described the recession curve, hydrograph, duration curves, balance water. The emphasis is on the curve because of the recession in the second part, we compare the recessionary period of the river Jadro and Žrnovnica river for a period of 1994th to 1999th year.

The second part of the attached analysis of recession periods of the river Jadro and Žrnovnica river for a period of 1994th to 1999th year. These examples demonstrate calculation of maximum and minimum runoff, determined by the runoff hydrograph curves and recession. Calculation was conducted using application „Microsoft Excel 2010“.

## ***Keywords:***

Karst, recession, hydrograph, hydrology, flow

## S a d r Ź a j

Uvod.....	1
1. Općenito o kršu.....	Error! Bookmark not defined.
2. Jadro i Žrnovnica .....	3
3. Hidrološka analiza .....	5
4. Usporedba recesijske krivulje dviju Hrvatskih rijeka Jadro i Žrnovnice u razdoblju od 1994.-1999.godine .....	18
Zaključak .....	52

## UVOD

### 1. OPĆENITO O KRŠU

Krš je skup reljefnih oblika koji su produkt kemijskog trošenja (korozije) stijena topivih u vodi (karbonatne stijene, gips, sol). Postoje različiti oblici krša i možemo ih naći u raznim dijelovima svijeta: na gorju Apalachian, na Floridi, Yukatanu, Karibima, u sjevernoj Africi, Kini, Indiji, Indoneziji, Australiji, a u Europi u Alpama, Pirinejima, Karpatima, Apeninima, Kaledonidima u Škotskoj, Hercinidima u Francuskoj i Njemačkoj, Helenidima u Grčkoj, u Dinaridima. Krš Dinarida nama je najzanimljiviji i on se donekle razlikuje od ostalih okršenih prostora u svijetu. Dinaridi su najvećim dijelom građeni od karbonatnih stijena, njihovih dviju vrsta - vapnenca i dolomita. One su nastale taloženjem ljuštura školjkaša u moru Tetys tijekom razdoblja mezozoika koje obuhvaća podrazdoblja trijas, juru i kredu (prije 230 – 66 milijuna godina). Zbog kalcijevog karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) u ljušturama školjkaša, koji je topiv u vodi, karbonatne stijene su topive u vodi pa je stoga propuštaju. Ta se topivost ne ostvaruje trenutno, nego kroz dugi niz godina, a propusnost nije poput one koju imaju spužvaste tvari (karbonati nisu mekani), nego nagrizanjem nastaju pukotine zbog kojih stijena više ne može zadržavati vodu.

Glavnu ulogu u oblikovanju krškoga reljefa imaju kemijski procesi. Dakako da se tu još uključuju tektonika i mehanički procesi, ali bez kemijskih procesa ne bismo govorili o krškome reljefu. Krški je reljef rezultat kemijskoga trošenja stijena. Najvažniji uvjet za odvijanje procesa okršavanja jest topivost karbonatnih stijena u vodi. Te stijene doduše izgledaju vrlo čvrsto i otporno, ali voda ih nagriza. To se nagrozanje (kemijsko trošenje, korozija) ne događa na očigled, nego tijekom dugog niza godina. Kemijska jednadžba krškoga procesa glasi:  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ . To znači da je kalcijev karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) u dodiru s vodom ( $\text{H}_2\text{O}$ ) i ugljik-dioksidom ( $\text{CO}_2$ ) raspada na ione kalcija ( $\text{Ca}^{2+}$ ) i hidrogen-karbonata ( $\text{HCO}_3^-$ ). Tako se karbonatne stijene tope, a možemo reći da „stijena nestaje“.

Krške su rijeke osobito karakteristične po zamršenim odnosima podzemnih i nadzemnih dijelova svojega toka, ali upravo ono što im daje posebnu čar istodobno ih čini izuzetno osjetljivima i na najmanje oblike onečišćenja. Kroz krševit teren, naime, onečišćena voda procjeđuje se vrlo brzo i uz minimalnu filtraciju izbija u otvorene vodotoke. Naše krške rijeke spadaju u rijeke kraćeg toka.

Izvori u kršu ili Krški izvori su izvori vode koji su dio sustava krša. Krški izvori su obično dio speleološkog sustava na kojem ponornica stiže na površinu zemlje. Glavna karakteristika krških izvora proizlazi iz činjenice da voda brzo prolazi kroz špilje. Zato je efekt čišćenja vode u podzemlju minimalan. Voda izvire već nakon nekoliko dana ponovo na izvoru. Oluje, otopljeni snijeg i sezonske promjene u oborinama se na količini vode koja izvire uglavnom jasno odražava. Na mnogim krškim izvorima u suho godišnje doba količina vode koja izvire varira. Karakteristike krških izvora naseljenim područjima općenito nisu u pogodni za korištenje za pitku vodu. Neravnomjerna količina vode te veliki udio kamenca u vodi može dovesti do loše kvalitete vode.



Slika 1 Glavaš najjači izvor Cetine



## 2. JADRO I ŽRNOVNICA

### JADRO

Krški izvor Jadra izbija na površinu na nadmorskoj visini od 35 m n. m. formirajući rijeku Jadro čije je korito od izvora do ušća u Jadransko more dugo 4318 m. Prvih 500 m korita ima relativno velik pad. Potom rijeka s blagim padom utječe u Jadransko more. Granice kao i površina sliva krškog izvora Jadra nije do sada određena. Prema najnovijim istraživanjima ona je veća od 400 km<sup>2</sup>, što znači da se dijelom prihranjuje iz krškog vodonosnika koji vjerojatno dijeli sa susjednim vodotokom Cetinom, a moguće i s izvorom Žrnovnica.

Iz izvora Jadra ne istječu prirodne količine vode zbog toga jer se dio njegovih voda izravno iz izvora odvodi u vodoopskrbni sustav grada Splita i šire okolice.

Protoci Jadra značajno i brzo variraju zavisno o količini oborina na slivu. 16.11.1985. godine izmjeren je najmanji protok rijeke Jadro kod Vidovića mosta (Majdan) koji iznosi 0,22 m<sup>3</sup> /s. Srednji mjesečni protok rijeke Jadro kod Vidovića mosta je najmanji u kolovozu i rujnu kada se može dogoditi da padne i do 1,5 m<sup>3</sup> /s (2000. i 2003.god.).



Slika 2 Rijeka Jadro

## ŽRNOVNICA

Izvorište Žrnovnica sastoji se od nekoliko manjih izvora koji se javljaju na širem području u visinskom rasponu od 77,0 do 88,0 m n.m. Djelomično se koristi za vodoopskrbu naselja Žrnovnica i navodnjavanje okolnog poljoprivrednog zemljišta. Ukupna dužina Žrnovnice od izvora do ušća u more u Stobrečkoj uvali iznosi oko 4,5 km. Protoke joj značajno i brzo variraju zavisno o količini oborina na slivu. Srednji mjesečni protoci rijeke Žrnovnice su najmanji u srpnju i kolovozu. Prema istraživanjima različitih autora površina sliva Jadra i Žrnovnice iznosi između 300 i 500 km<sup>2</sup>. Prema Bonacciju et al., 1995, 1996 na površinu sliva godišnje padne prosječno 1.400 mm oborina od čega 75% u razdoblju od rujna do ožujka. Površina sliva Jadra iznosi između 227 i 257 km<sup>2</sup>, a Žrnovnice između 48 i 53 km<sup>2</sup>. Autori pretpostavljaju da se tijekom razdoblja viših razina podzemnih voda dio voda iz sliva Jadra prelijeva u sliv Žrnovnice preko neke geološke barijere (Kapelj et al., 2002).



Slika 3 Rijeka Žrnovnica

### 3. HIDROLOŠKA ANALIZA

#### Hidrogram protoka

Iz izmjerenih protoka na mjernim stanicama jednostavno se dobiju hidrogrami. Hidrogram ili hod protoka je grafički prikaz protoka vode u ovisnosti o vremenu. Hidrogramom se mogu prikazati različiti protoci u različitim vremenima: primjerice srednji dnevni, maksimalni mjesečni i srednji godišnji protoci.

Hidrogram se sastoji od nekoliko osnovnih dijelova; uspona, krune i recesije (opadanja). Oblik hidrograma ovisi o trajanju kiše, području sliva zahvaćena kišom, promjenjivosti intenziteta kiše i obliku sliva. Vremensku bazu hidrograma  $T_b$  definira vrijeme od početka porasta hidrograma do vremena kada je površinsko otjecanje gotovo jednako nuli. Vrijeme podizanja vodenog vala  $T_p$  je vrijeme od početka izravnog dotoka iz oborine do vršnoga (maksimalnog) protoka vodenog vala, a vrijeme recesije ili opadanja vodenog vala  $T_r$  je vrijeme od vršnoga (maksimalnoga) protoka vodenog vala do kraja vodenog vala.

Vremenska baza ili trajanje hidrograma je prema tome:

$$T_b = T_p + T_r$$

Vrijeme podizanja hidrograma  $T_p$  razlikuje se od vremena koncentracije sliva  $T_c$ , koje predstavlja vrijeme potrebno da voda stigne od najudaljenije točke sliva do procijenjenoga profila vodotoka.

Redovito je:

$$T_c < T_p$$

Prema L.D. Sokolovskom (1968) je:

$$T_p = k \cdot T_c$$

Koeficijent za kratke pljuskove iznosi  $k_{\text{delta}} = 1,0$ , a za duge kiše  $k = 1,30 - 1,60$

Ako je poznata brzina putovanja vode duž glavnoga vodotoka  $v$  (m/s) vrijeme koncentracije je:

$$T_c = L_v / v$$

gdje je  $L_v$  (m) duljina vodotoka.

Razdvajanje, separacija ili analiza hidrograma je razdvajanje direktnog (površinskog) od baznog (podzemnog) dotoka. Dotjecanje vode u vodotok sastoji se iz dvaju glavnih dijelova:

- izravnog dotoka, kada voda teče do korita po površini terena
- baznog (temeljnoga) dotoka koji dolazi u korito tekući ispod površine terena

Hidrogram prikazuje količine vode koje otječu vodotokom prije, za vrijeme, poslije kiše.

Sastavljen je od jedne do četiriju bitnih komponenata, ovisno o tome kakvi su uvjeti otjecanja na slivu. Komponente hidrograma su:

- površinski (izravni) dotok
- međudotok (potpovršinski)
- podzemni dotok
- oborina pala na korito vodotoka

Faktori koji utječu na oblik hidrograma otjecanja mogu se svesti na 3 grupe (od kojih neki imaju značajan utjecaj, a drugi zanemariv):

-Klimatski faktori: intenzitet i trajanje kiše, raspodjela kiše na slivnoj površini, pravac i brzina kretanja kiše (pljuska), podrijetlo i vrsta pljuska, isparavanje i transpiracija;

-Fizičke karakteristike slivne površine: veličina i oblik slivne površine, pad slivne površine ili generalni nagib, raspored vodnih tokova na slivnoj površini (hidrografska mreža), pad glavnog toka, zadržavanje vode u slivu u privremenim akumulacijama, intenzitet infiltracije i sadržaj vlage u zemljištu, utjecaj vegetacionog pokrivača, obrade zemljišta, postojanje jezera, bara i močvara, veličina i oblik poprečnog presjeka vodotoka, njihov pad, hrapavost i dužina, kao i zapreminski kapacitet vodotoka;

-Geološke karakteristike geološke površine: geološke osobine površinskog sloja zemljišta, prisutnost i karakteristike podzemne vode, geoloških formacija.

U hidrogramima Jadra i Žrnovnice sa naznačenim dijelovima recesije za godine 1994.-1999. primjeti se da su odabrani recesijski dijelovi isključivo u mjesecima od lipnja do listopada u kojima je potreba za vodom najveća.

## Bilanca vode

Podrazumijeva analizu, određivanje i uspoređivanje kvantitativnih pokazatelja ulaza i izlaza tj. promjenu zaliha vlage na utvrđenom ograničenom prostoru za unaprijed zadano vremensko razdoblje. Vodna bilanca se temelji na zakonu o održanju energije:

$$P - (Q + E) = \Delta V$$

gdje je:

P-oborine

Q-ukupno otjecanje zabilježeno na izlaznom profilu sliva

E-ukupno sumarno isparavanje sa sliva

$\Delta V$ -promjena početnog ukupnog volumena vodne mase u određenom prostoru i određenom vremenskom razdoblju

Na Majorci u Španjolska provedeno je istraživanje rijeke Na Borges te kako bi se olakšao opći pregled, bilanca vode se procjenjuje za svaku vodomjernu postaju. Mjesečni P i R iznosi su grupirani po godišnjim dobima (jesen: od listopada do prosinca, zima: siječanj-ožujak; proljeća: od travnja do lipnja, a ljeti: srpanj-rujan). Koeficijent otjecanja je proračunat predstavljanjem R kao postotka oborine na godišnjoj i mjesečnoj bazi. ET (evapotranspiracija) je procjenjena na mjesečnoj razini kao iznos P (padalina) ne pretvorenog u R, i ne procjeđenog u vodonosnike, uzevši u obzir različite koeficijente ocijeđenja na svakoj reljefnoj jedinici. PET (potencijalna evapotranspiracija) za standardni mjesec od 30 dana, svaki dan od 12 sati u razdobljima svjetlosti, se izračunava kao funkcija mjesečne prosječne temperature ( $T_c$ ) po shemi prema predloženom Thornthwaite (1948). Charles Warren Thornthwaite (7 ožujka 1899 - 11. lipnja 1963.) bio je američki geograf i klimatolog. On je najpoznatiji po osmišljavanju klasifikacije sustava klime u 1948. koji je još uvijek u upotrebi diljem svijeta, a također i zbog svojih detaljnih proračuna vode izračuna potencijalne evapotranspiracije.

Dnevna referentna evapotranspiracija je dobivena pomoću dnevne temperature na B614 Manacor AEMET postaji koja se nalazi u samom centru sliva. Isto tako, odnosi između P, R i PET varijabli utvrđene su linearnom regresijom.

## KRIVULJA TRAJANJA

Krivulja trajanja protoka je krivulja koja pokazuje postotak vremena ili broj dana u godini tijekom kojih je protok ili vodostaj jednak ili veći od određenih veličina, bez obzira na kronološki redoslijed veličina, definirane su na osnovi srednjih protoka- dnevnih, mjesečnih ili godišnjih.

Krivulje trajanja su u hidrotehniku uvedene u razdoblju od 1880. Do 1890 godine od strane američkih inženjera C. Herschela i J. R. Freemana. Krivulje se najviše koriste u hidrotehnici te kao jedna od najvažnijih hidroloških podloga kao osnova za određivanje moguće snage vodotoka.

Krivulja se konstruira određivanjem zbrojenih ili kumulativnih učestalosti protoka/vodostaja. Kumulativna učestalost je zbroj učestalosti svih vrijednosti manjih ili jednakih toj istoj vrijednosti ili obrnuto. Dakle grafički prikaz kumulativne učestalosti je krivulja trajanja protoka/vodostaja.

Jedna od osnovnih mana krivulje trajanja kao hidrološke podloge smatra se relativno kratko vrijeme obrade podataka od godine ili nekoliko godina, a također i neprikazivanje protoka/vodostaja u prirodnom kronološkom redoslijedu. Navedene mane se mogu u određenoj mjeri umanjiti. Stvarnu sliku dotoka će u prirodnom kronološkom slijedu dati hidrogram, dok se krivulja trajanja koja prikazuje kratko razdoblje raspoloživih podataka može vrlo jednostavnim postupkom svesti na oblik koji prikazuje krivulju za duže razdoblje. U slučaju raspolaganja detaljnim podacima o dotocima za neko duže neprekidno razdoblje motrenja i mjerenja, krivuljom trajanja protoka za pojedine godine može se odrediti kišna, približno vlažna (ili prosječna) i sušna godina. U takvim se slučajevima u literaturi preporučuje minimalno 25 do 30 godina hidroloških mjerenja.

Nagib krivulje trajanja ovisi o vrsti ulaznih podataka, odnosno o tome radi li se o srednjim dnevnim, srednjim mjesečnim ili srednjim godišnjim protocima. Najčešće i najispravnije se koriste srednji dnevni protoci. Zaglađene krivulje trajanja najčešće se dobiju korištenjem srednjih dnevnih protoka za prosječnu godinu, konstruirane na osnovi višegodišnjih podataka. To svojstvo se može iskoristiti na teorijskoj osnovi upotrebom teorijskih raspodjela. Odnosno, krivulje trajanja definirane iz dugih vremenskih nizova, moguće je dobro aproksimirati teorijskim krivuljama raspodjela s najviše 3 parametra. Preporučuje se log-normalna Galtonova i

Pearsonova 3 raspodjela. Bitno je napomenuti da troparametarska Pearsonova 3 raspodjela zahtjeva duge nizove hidroloških podataka (čak i više od 80 godina), zbog moguće nepouzdanog koeficijenta asimetrije  $c_s$ , čija je vrijednost trećeg statističkog momenta  $m_3$  vrlo osjetljiva.

Osim što se mogu očitati karakteristične vrijednosti krivulje trajanja, ona može služiti i za određivanje sušne, odnosno kišne godine za neku mjernu stanicu. Kada krivulja ima najveći nagib to ukazuje na najveću količinu oborina.

Prilikom ispitivanja rijeke Na Borges R komponenta izvučena je na ljestvici ishoda polulogaritamskom metodom separacije. Dostupne metode za separaciju R komponente su brojne (Nathan i McMahon, 1990), iako su sve diskutabilne (Latron et al., 2008). U našem slučaju, brzi protok i osnovni protok su razdvojeni crtanjem polulogaritamskim hidrogramom temeljenim na povratnom proširenju pravolinijskih segmenata recesijske krivulje, da bi razlikovali pojedine komponente toka linije, uz stalni nagib od početka događaja i završavajući na kraju drugog recesijskog segmenta (Barnes, 1940).

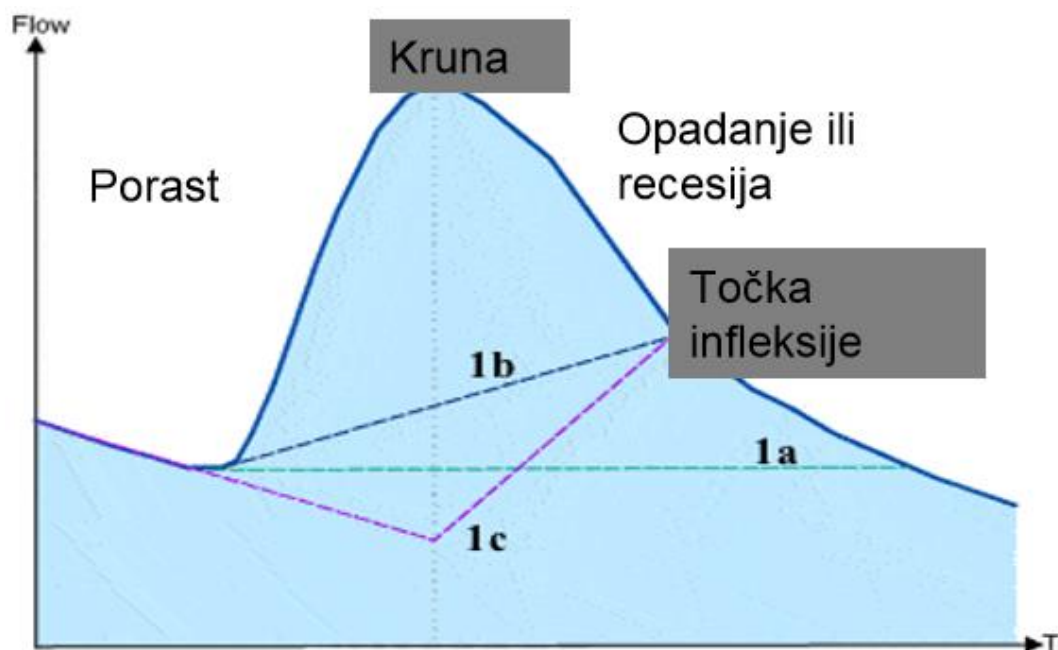
Krivulja trajanja protoka (FDC) je odnos između određenog protok ( $Q$ ) i postotka vremena tijekom kojeg je zadovoljen ili premašen, a daje informacije o odnosu između veličine i učestalosti riječnog protoka (Smakhtin, 2001). Od 15-minutnog mjerenja  $Q$ , FDC za svaku R komponentu je uspostavljena kako bi se ocijenilo koliko različiti R parametri su pod utjecajem slivnih karakteristika na godišnjoj i sezonskoj skali. Za svaku krivulju trajanja protoka dva standardna indeksa su izvedena iz ukupnog protoka, osnovnog protoka i brzog protoka kada iznos protoka prelazi  $0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . To su bili indeks varijabilnost ( $V_i$ ) i omjer 30/70. Lane & Lei (1950) definiraju indeks varijabilnosti kao standardnu devijaciju prirodnog logaritma od  $Q$  utvrđenog na 10% deset postotnom intervalima od 10 do 90% ukupne frekvencije distribucije. Slivovi sa ravnomjernijim tokom; jer su slivovi sa više vode, imaju tendenciju imati niži indeks varijabilnosti ( $<0,5$ ) nego slivovi sa većim postotkom površinskog otjecanja i nižim kapacitetom vode. Isto tako, krivulje trajanja protoka sa strmim padom su sklonije protocima sa više variranja nego one s ravnijim padom. 30/70 omjer je pristup za procjenu tih padova, izražavajući protok veći od 30% vremena do onoga koji prelazi 70% vremena. U svrhu standardizacije promatranja ponašanja R komponente otjecanja, dva indeksa također su primijenjena: prvo, omjer odaziva brzog protoka (QRR) naznačuje postotak ukupne količine oborina koja rezultira brzim protokom; Drugo, indeks osnovnog protoka (BFI), definiran je kao bezdimenzionalni omjer između prosječnog  $Q$  pod zasebnim hidrogramom osnovnog protoka i prosječnog  $Q$  ukupnog

hidrograma. U slivovima sa višom razinom podzemne vode, indeks osnovnog protoka može biti blizu 1, ali je jednak 0 za prolazne protoke (Smakhtin, 2001).

## RECESIJSKA RAZDOBLJA

### ANALIZA KRIVULJE RECESIJE

Osnovni dijelovi hidrograma su porast ili uspon, kruna ili vršni dio te opadanje ili recesija. Na slici X prikazana je grana porasta hidrograma ili krivulja koncentracije. Oblik ovog dijela hidrograma ovisi o topografskim karakteristikama sliva (forma i pad sliva), zatim od trajanja, intenzitetu i raspodjelu oborina na slivu. Ovaj dio hidrograma doseže maksimum kada čitava slivna površina doprinosi otjecanju u promatranoj točki vodotoka. Vršni dio hidrograma ili kruna je dio hidrograma od točke infleksije na grani porasta pa do točke infleksije na opadajućoj grani. Zadnji dio hidrograma je retardacijski ili recesijski dio hidrograma. Ovaj dio hidrograma ima oblik konveksne krivulje i predstavlja otjecanje akumulirane vode u slivu.



Slika 4 Osnovni dijelovi hidrograma

Nakon prestanka površinskog otjecanja, dolazi do podzemnog otjecanja koje se ovisno o karakteristikama slivnog područja može održati kroz dulje ili kraće vremensko razdoblje.



Analiza opadajućeg dijela hidrograma otjecanja koji odgovara bez oborinskom razdoblju zove se analiza recesije. Ovakva analiza predstavlja dobar uvid u strukturu vodonosnika. Oblik recesijske krivulje ovisi o fizičkim karakteristikama sliva i hidrografske mreže. Ono što je bitno je da njen oblik ne ovisi o karakteristikama kiše i infiltracije. Idealni recesijski uvjet bi bio višetjedni period bez oborina što je rijetka karakteristika umjerene klime. Najjednostavniji uvid u recesiju daju hidrogrami tropskih izvora iz razloga što su kišno i sušno razdoblje strogo odvojeni te je krivulja recesije jasno određena. Za analizu recesije preporuča se da se analiza obavi na što većem broju recesijskih krivulja, odnosno iz što više godina i za svaku godinu posebno. Veći uzorak omogućava dobivanje prosječne recesijske krivulje kao i anvelopu minimalnih vrijednosti i na taj način se s većom sigurnošću može doći do zaključka o akumulacijskoj sposobnosti vodonosnika, očekivanim minimalnim protocima i slično. U vrijeme suše (dužeg izostanka oborina) izvori i rijeke se napajaju samo podzemnim vodama iz zaliha koje su uskladištene u hidrološkom bazenu, vodonosnikom ili hidrogeološkoj strukturi tijekom prethodnih kišnog razdoblja. Prema tome, protok izvora ili rijeke u beskišnom razdoblju predstavlja produkt odvodnjavanja jedinstvenog vodonosnika ili složenog vodonosnog sustava kojim se oni napajaju.

Francuski fizičar Maillet je 1905. Godine nakon dugogodišnjeg bogatog iskustva i iscrpnih analiza izveo jednu od najkorištenijih izraza za opisivanje krivulje recesije hidrograma za vrijeme dugog sušnog perioda ; eksponencionalnu funkciju oblika:

$$Q(t) = Q_0(t_0)e^{-\alpha(t-t_0)}$$

gdje je :

$Q(t)$ -protok u trenutku  $t$ .

$Q_0(t_0)$ -protok u proizvoljnom trenutku  $t_0$  koji prethodi trenutku  $t$ .

$e$ -baza prirodnog logaritma.

$\alpha$ -koeficijent recesije(pražnjenja vodonosnika) čija je dimenzija ( $T^{-1}$ )

$(t-t_0)$ -vrijeme trajanja recesije.

Vrijednost koeficijenta recesije  $\alpha$  ovisi o retencijskim karakteristikama podzemnog rezervoara, odnosno hidrogeološkim karakteristikama vodonosnika i njegovoj geometriji. U praksi se smatra da vrijednostima  $\alpha$  reda veličine  $10^{-2}$  odgovara brzo pražnjenje podzemnih kanala i pukotina, dok blaži nagib krivulje pražnjenja reda veličine  $10^{-3}$  ukazuje na pražnjenje iz sitnih pukotina, prslina i klastičnih ispuna šupljina u podzemlju.

Krivulja recesije se može prikazati u polulogaritamskom mijerilu sa logaritmima protoka na ordinati i vremenom na apcisi. Ovim mijerilom trebala bi se dobiti recesijska krivulja kao ravna linija, međutim najčešće ona to nije zbog utjecaja padalina koje remete idealnu recesijsku krivulju. U polulogaritamskom prikazu koeficijent recesije  $\alpha$  predstavlja nagib pravca. Što je pravac nagnutiji vodonosnik je propusniji (krupniji podzemni kanali), a što je nagib pravca blaži to je vodonosnik manje propustan (s manjim podzemnim kanalima). U realnom, prirodnom sustavu, recesijske krivulje su složenog oblika te se sastoje od više pravaca različitih nagiba.

Svaki lom koji je vidljiv na krivulji recesije za složeni sistem pražnjenja nastaje zbog promjene karakterisika kršnog vodonosnika i svaki predstavlja promjenu koeficijenta recesije. Prema veličini recesijskog koeficijenta mogu se također okarakterizirati i akumulacijske sposobnosti vodonosnika; ako je koeficijent veći ukazuje na brzo trošenje dinamičke rezerve te slabije akumulacijske sposobnosti vodonosnika. Pomoću koeficijenta recesije možemo izračunati volumen vode uskladištene vodonosnikom koji će gravitacijski isteći tijekom recesije tj. dinamičke rezerve:

$$\alpha = \frac{Q_t}{V_t}$$

gdje je:

$Q_t$ -količina istjecanja u vremenu  $t$ .

$V_t$ -volumen uskladištene vode iznad razine izvora.

U slučaju više mikro režima pražnjenja vodonosnika, sumiraju se volumeni pojedinih mikrorežima režima tj. pripadajućih koeficijenata recesije kao na slici 6.4. ukupni volumen npr. sa tri mikrorežima računa se pomoću izraza:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 = \left( \frac{Q_1}{\alpha_1} + \frac{Q_2}{\alpha_2} + \frac{Q_3}{\alpha_3} \right)$$

## „MATCHING-STRIP“ METODA I „TABULATION“ METODA

Svaka krivulja recesije može se matematički opisati koristeći princip superpozicije eksponencijalne jednadžbe:

$$Q(t) = Q_0(t_0)e^{-\alpha t}$$

I ocijeniti pomoću osnovnih parametara jednadžbe, koeficijenta recesije  $\alpha$  i početnog protoka  $Q_0$ . Koeficijent recesije  $\alpha$  najbitniji je parametar u ovoj jednadžbi; o njemu ovisi oblik krivulje recesije i intenzitet pražnjenja vodonosnika te ograničen vodosnik prema Schoeller-u (1962) ima oblik :

$$\alpha = \frac{(K \sin \beta)}{m \times l} \quad \text{gdje je:}$$

K- koeficijent propusnosti

m-akumulajski koeficijent

l-dužina saturiranog vodonosnika

$\beta$ -kut nagiba vodonosnika

„Matching strip“ metoda se temelji na eksponencijalnoj krivulji izraza

$$Q(t) = Q_0(t_0)e^{-\alpha t}$$

koja logaritme protoka prema vremenu razmiješta u jednu liniju kako bi se mogao očitati nagib koji je jednak koeficijentu recesije.

U ovoj metodi za svaku godinu se izdvajaju protoci sa hidrograma otjecanja koji čine recesiju. Zatim se recesijski periodi poredaju i prikazu u opadajućem nizu kao krivulje recesije koje se pomiču horizontalno dok se glavni dijelovi recesije ne poklope i formiraju set zajedničkih linija. Krivulje se pokažu u grafovima polu-logaritmaskog mjerila sa fiksnim intervalima koji ovise o duljini individualnih recesijskih razdoblja. Krivulja pražnjenja se nacrtava između prvog i zadnjeg recesijskog traga. Srednja linija predstavlja krivulju pražnjenja (MRC-master recession curve) iz čije jednadžbe se očita koeficijent recesije.

„Tabulation“ metoda je slična „matching-strip“ metodi, ali se koristi tabelarni prikaz. Za svaku godinu izdvaja se recesijsko razdoblje na pripadajućim hidrogramima. Formira se tablica tako da su stupci u tablici protoci koji čine recesiju. Nakon formiranja, stupci se pomiču vertikalno sve dok se protoci u retku približno ne izjednače. Potom se nađe srednja vrijednost

protoka u retku, koja zapravo čini krivulju pražnjenja (MRC- master recession curve). Ova metoda daje dobru kontrolu protoka te je manje vjerojatna da će srednja krivulja biti preduga ili prekratka. Nedostatak ove metode su naizgled beznačajni dijelovi recesijske krivulje koji ne mogu biti izostavljeni bez detaljnog pregleda.

Krivulja recesije sadrži integrirane informacije o tome kako različiti čimbenici utječu na proces odljevanja. Primjena metode „master recession“ omogućuje vremensku analizu varijabilnost u recesijama izgradnjom mean curve (Hall, 1968). Metode odabrane za dobivanje karakteristične recesije kod Na Borges rijeke i za procijenjivanje recesijskih parametara, osiguravaju dosljednost u izvođenju i primjenjivanju za skupove podataka. Studija recesijskog razdoblja provedena je metodom (matching-strip) (Toebe & Strang, 1964; Nathan i McMahon, 1990), koja uključuje semilogaritamske grafičke podatke recesijske krivulje kako bi se omogućilo vizualizaciju vrlo niskih protoka.

Svake krivulje recesije se preklapaju i prilagođuju horizontalno da bi proizvele slijed preklapanje koristi se grafički softver Grapher (<http://www.goldensoftware.com/>). U svrhu procjene raspoložive količine spremnika R, nelinearni izraz je izveden i integriran. Rezultati će objasniti kako prirodnu pohranu hrani protok. Neki autori naglašavaju da je potrebno kako bi se dobile pouzdane procjene parametara recesije (Tallaksen, 1995) minimalno 10 godina podataka. Međutim, niska učestalost dana s P u mediteranskim regijama omogućuje veće i dulje recesije razdoblja (Latron, 2003).

Značajne razlike u stopi recesije treba uzeti u obzir zbog utjecaja različitih čimbenika na stopu recesije. Varijacija ovisi o fizičkim čimbenicima, ali i na određeni recesijski model i izabrani postupak računanja. Dakle, matematički izrazi su izvedeni da bi kvantificirali recesijske krivulje (vidi Toebe & Strang, 1964; Tallaksen, 1995.) i primjenjuju u svakoj vodomjernoj postaji uzimajući u obzir utjecaj fizikalnih čimbenika (vrsta vodonosnika, prethodnog P kao indeks vlage u tlu i dnevne promijene u PET). U ovoj studiji, tri nelinearna matematička izraza izvedena su kako bi se pronašao najbolji-prigodni model prema tome kako svaki vodonosnik otpušta vodu u rijeku. Na taj način, tri vodonosnika u zasićenom stanju su identificirani kako bi odgovarali za pohranu-istjecanje modela. U skladu s tim, stupanj zasićenja u osnovi ovisi o apriornim P količinama i PET, kako slijedi:

(a) Zasićenje se javlja u mokrim ranijim uvjetima, kada je dnevna potencijalna evapotranspiracija (PET) niska ( $<1$  mm) u odnosu na P dubine.

(b) malo zasićenje se događa kada dolazni P djelomično popuni rezervu vodonosnika; obično u razdoblju s umjerenom PET (1-2 mm).

(c) brze recesije događaju se kada zemlja nije zasićen sa većom PET vrijednosti (> 2mm). Kao rezultat, ostvareno otjecanje je brzo iscrpljeno.

Parametri iz tri nelinearna matematička izraza su optimizirani primjenom ograničenog nelinearnog regresijskog postupka metodom Levenberg-Marquardt i statističkim paketom SPSS (<http://www.spss.com/uk/>) na sljedeći način:

Dupuit-Boussinesq (Boussinesq, 1904): Ovo je najbolji model plitkih neograničenih vodonosnika. To je hiperbola drugog stupnja:

$$Q_t = \frac{Q_0}{(1 + X_0 t)^2}$$

gdje  $Q_t$  je brzina protoka ( $m^3 s^{-1}$ ) u vremenu  $t$  (dana) i  $X_0$  je ne-konstanti koeficijent recesije. Jednadžba (1) daje odljev iz jednog neograničenog vodonosnika i daje dobro pristajanje pod uvjetima koji odgovaraju dobro na njih. Međutim, ponekad recesijske krivulje netočno pristaju ovoj jednadžbi, kao što se dogodilo u Na Borges rijeci. Latron (2003) predlaže sljedeće rješenje za poboljšanje pristajanja recesijske krivulje:

$$Q_t = \frac{\sum Q_i}{(1 + X_i t)^2}$$

Za sve recesijskih krivulja koje pripadaju ovom modelu,  $n=2$ .

Te jednadžbe su integrirane kako bi se izmjerio dostupan spremnik volumena za otjecanje, koji se može procijeniti:

$$RA = \frac{\sum R_i}{(1 + X_i t)}$$

gdje je RA dostupan spremnik za otjecanja (mm).

Power-law reservoir (Hall, 1968): Ovaj model najbolje pristaje za izvore i neograničene vodonosnike:

$$Q_t = Q_u (1 + \mu t)^p$$

gdje su  $p$  i  $\mu$  optimizirani parametri. Otjecanja su procijenjena pomoću integracije, proizvodeći sljedeću jednadžbu:

$$RA = \frac{Q_0 (1 + \mu t)^{1+p}}{\mu} + \mu p$$

gdje je RA dostupan spremnik za volumen otjecanja (mm).

Manning jednadžba (Padilla et al, 1994.): Ovo najbolje pristaje za pohranu-odljev model krškim vodonosnicima:

$$Q_t = \phi_t + \psi_t$$

Gdje

$$\phi_t = q_0^b e^{-\alpha t}$$

i

$$\psi_t = q_0^* \frac{1 - \eta}{1 + \varepsilon}$$

gdje je  $\psi_t$  infiltracija funkcija,  $\phi_t$  je trenutni protok u vremenu  $t$ ;  $q_0^b$  je osnovni protok interpoliran od  $t$ ,  $q_0^*$  je procijenjen iz razlike  $Q_0$  i  $q_0^b$ ,  $\alpha$  je koeficijent osnovnog protoka,  $\eta$  je koeficijent brzog protoka;  $\varepsilon$  je koeficijent koji karakterizira značenje konkavnosti kod krivulja brzih protoka u vremenu  $t$ . Koeficijenti su optimizirani kako parametri primjenom metode gore objasnjene.

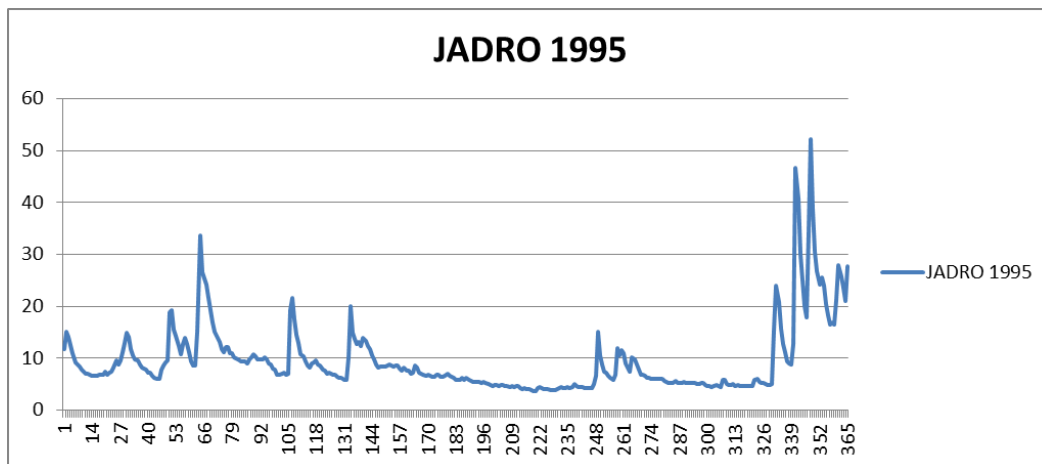
Manning jednadžba (6) je integrirana kako bi izmjerila dostupan spremnik za otjecanje, koji se može procijeniti pomoću:

$$RA = \frac{e^{-\alpha t} q_0^b}{\alpha} + \frac{\eta q_0^* t}{\varepsilon} - \frac{(\varepsilon + \eta) q_0^* \ln(1 + \varepsilon t)}{\varepsilon^2}$$

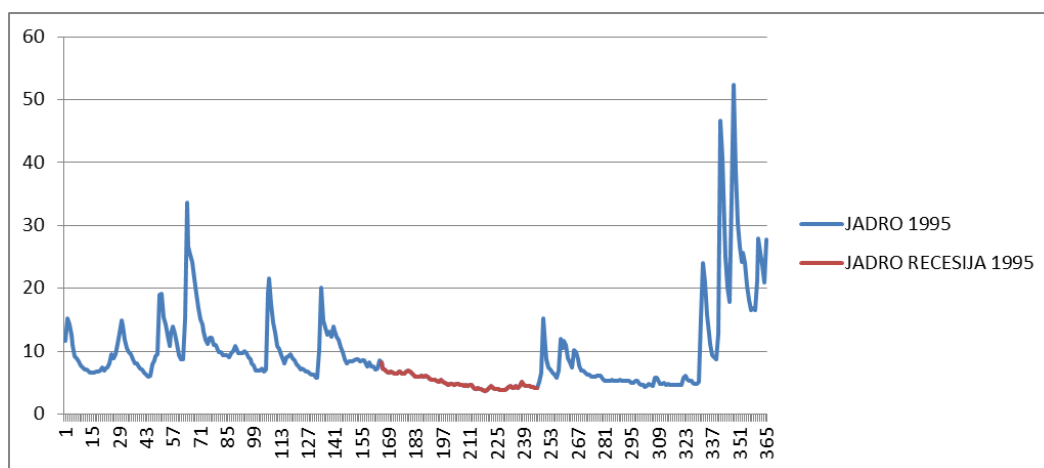
gdje RA je dostupan spremnik za volumen otjecanja (mm.)



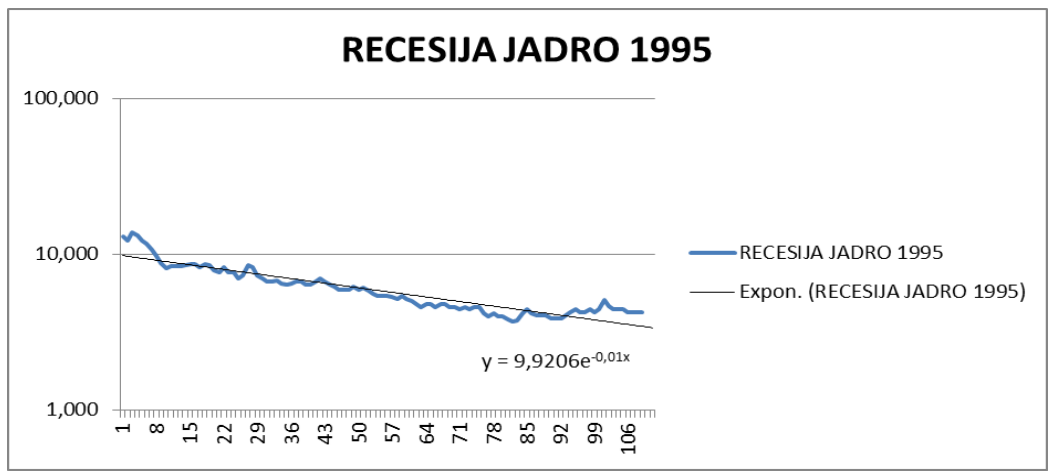




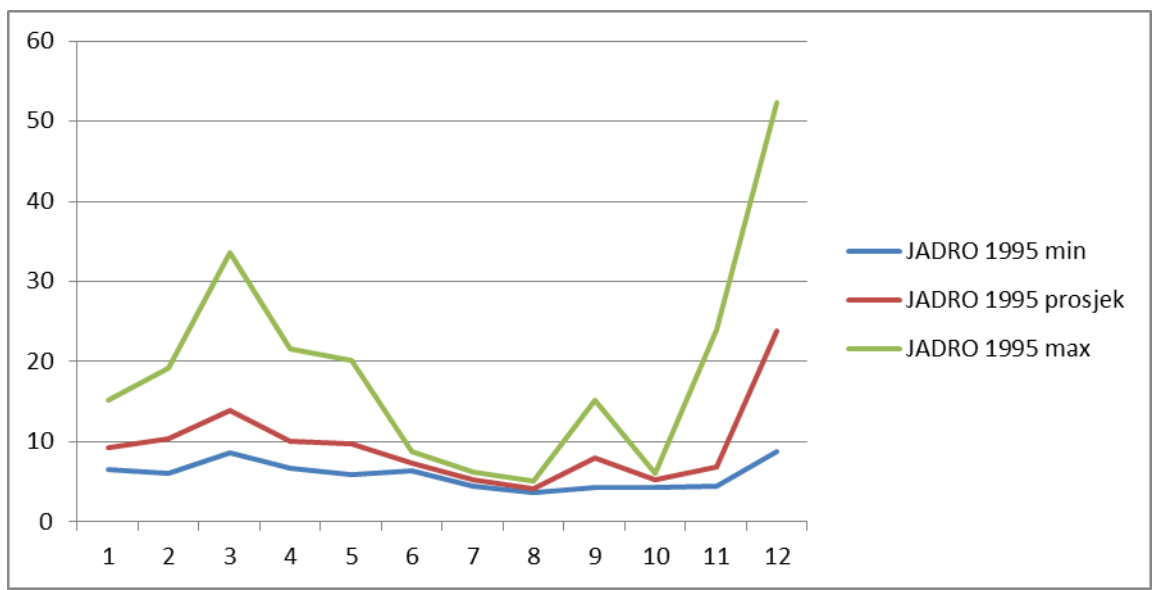
**Slika 5 Hidrogram otjecanja rijeke Jadro za 1995. godinu**



**Slika 6 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Jadro za 1995.godinu**

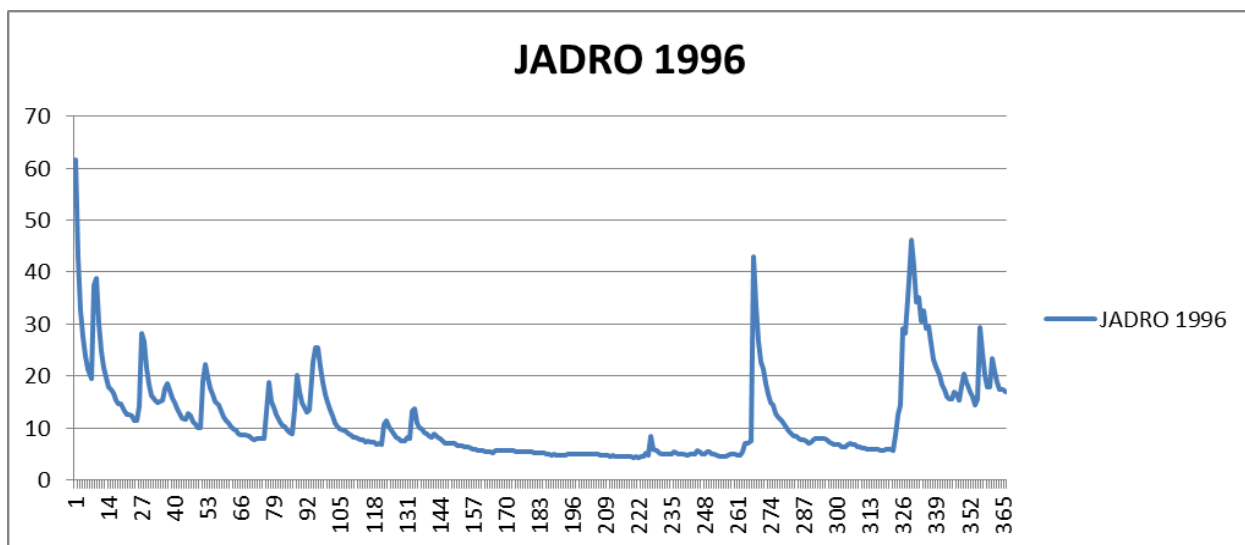


Slika 7 Recesija Jadro 1995.godine

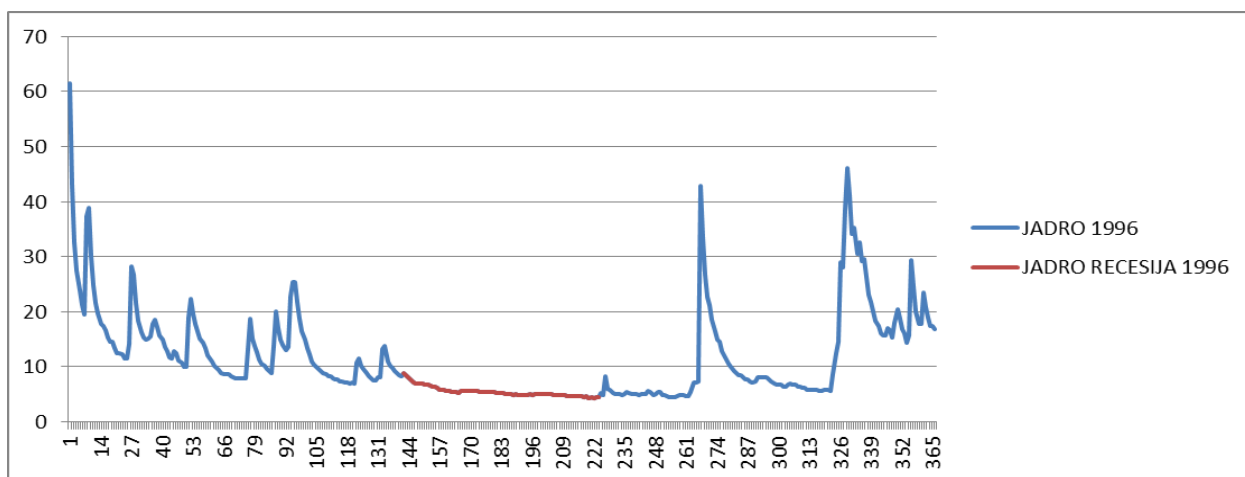


Slika 8 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Jadro 1995.god.

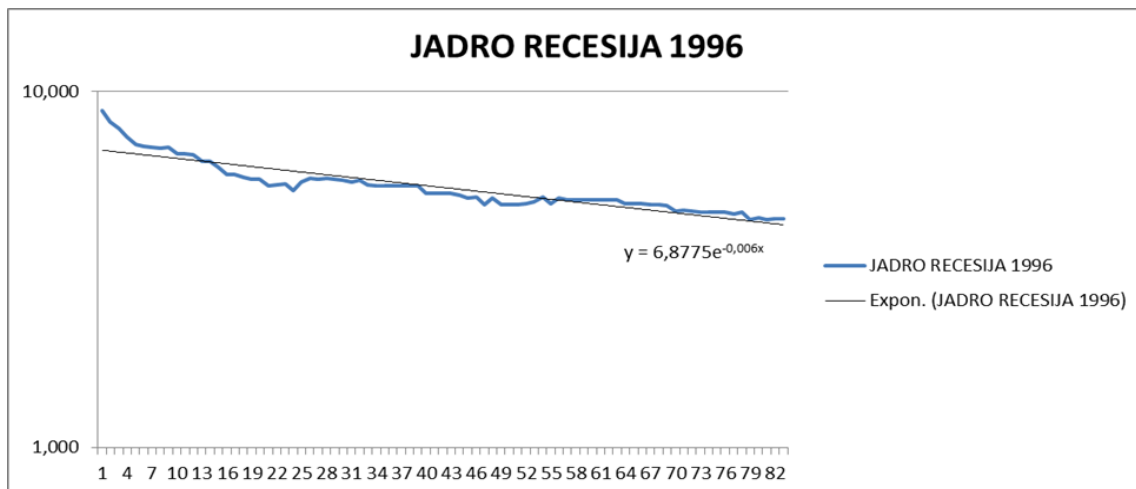
JADRO 1996													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	61,560	15,280	10,850	13,030	10,670	6,650	5,180	4,580	5,680	14,470	6,720	29,600	
2	43,000	14,930	10,190	13,570	11,490	6,380	5,190	4,580	5,400	12,910	6,720	26,280	
3	32,650	15,030	9,810	22,700	10,210	6,380	5,120	4,580	4,930	12,150	6,430	23,080	
4	27,540	15,440	9,470	25,400	9,550	6,130	5,030	4,580	4,950	11,370	6,400	21,800	
5	23,880	17,680	8,800	25,370	8,840	5,850	5,040	4,520	5,390	10,620	6,130	20,070	
6	21,270	18,550	8,670	21,830	8,220	5,850	4,810	4,580	5,400	9,930	6,100	18,270	
7	19,540	17,120	8,670	18,790	7,890	5,740	5,030	4,370	4,930	9,310	5,880	17,380	
8	37,380	15,750	8,630	16,500	7,560	5,670	4,810	4,420	4,930	8,800	5,890	16,090	
9	38,800	14,890	8,310	14,970	7,560	5,670	4,810	4,370	4,720	8,420	5,860	15,620	
10	30,110	13,640	7,990	13,440	8,170	5,440	4,810	4,390	4,480	8,380	5,860	15,660	
11	24,720	12,800	7,810	12,250	8,000	5,460	4,840	4,390	4,510	8,060	5,890	17,020	
12	21,650	11,770	7,910	10,890	13,250	5,500	4,910	5,210	4,510	7,720	5,610	16,590	
13	19,710	11,590	7,940	10,280	13,790	5,280	5,060	4,770	4,720	7,710	5,640	15,220	
14	17,760	12,780	7,940	9,910	10,910	5,570	4,850	8,320	4,930	7,400	5,890	17,980	
15	17,460	12,370	7,940	9,570	10,130	5,690	5,010	5,990	4,930	7,100	5,860	20,380	
16	16,640	11,200	13,260	9,250	9,700	5,660	4,960	5,740	4,930	7,380	5,890	18,810	
17	15,370	10,750	18,700	8,890	9,140	5,690	4,960	5,270	4,720	8,030	5,640	16,860	
18	14,570	10,020	15,080	8,580	8,870	5,660	4,960	5,030	4,720	8,060	8,670	16,050	
19	14,540	10,030	13,840	8,270	8,520	5,640	4,960	5,030	5,490	8,060	12,530	14,360	
20	13,310	18,950	12,580	8,250	8,210	5,560	4,960	5,000	7,120	8,030	14,450	15,660	
21	12,500	22,240	11,230	7,950	8,860	5,640	4,960	4,890	7,120	8,030	29,050	29,270	
22	12,500	19,750	10,570	7,620	8,210	5,460	4,960	4,950	7,400	7,680	28,120	24,570	
23	12,220	17,730	10,200	7,660	7,880	5,420	4,850	5,480	42,940	7,320	38,420	20,100	
24	11,410	16,400	9,520	7,330	7,460	5,450	4,850	5,260	33,550	7,030	46,150	17,850	
25	11,410	15,050	9,170	7,390	7,110	5,450	4,830	5,000	26,730	6,750	41,230	17,820	
26	14,170	14,420	8,830	7,170	7,000	5,420	4,820	5,000	22,770	6,750	34,180	23,410	
27	28,240	13,320	13,710	7,170	6,970	5,420	4,820	5,000	21,240	6,750	35,220	20,840	
28	26,610	12,120	20,060	6,860	6,950	5,420	4,790	4,820	18,460	6,440	30,540	18,830	
29	21,660	11,450	16,980	7,140	6,980	5,190	4,610	4,950	16,530	6,440	32,630	17,410	
30	18,430		14,840	6,870	6,670	5,180	4,630	4,950	14,870	6,720	29,090	17,410	
31	16,280		13,990		6,670		4,610	4,950		7,030		16,900	
DATUM													
MIN	11,41	10,02	7,81	6,86	6,67	5,18	4,61	4,37	4,48	6,44	5,61	14,36	
PROSJEK	22,5	14,6	11,1	11,8	8,8	5,7	4,9	5,0	10,4	8,4	16,1	19,3	
MAX	61,56	22,24	20,06	25,4	13,79	6,65	5,19	8,32	42,94	14,47	46,15	29,6	
DATUM													
2011													
	MIN					PROSJEK					MAX		
	4,37					11,5					61,56		
	07.08.1996.										01.01.1996.		



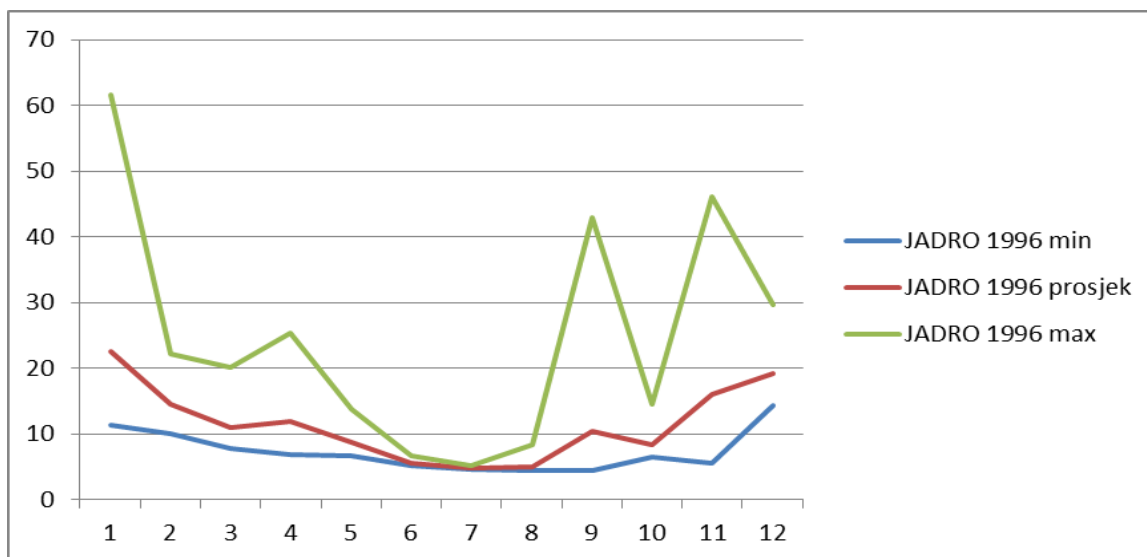
Slika 9 Hidrogram otjecanja rijeke Jadro za 1996.godinu



Slika 10 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Jadro za 1996.godinu

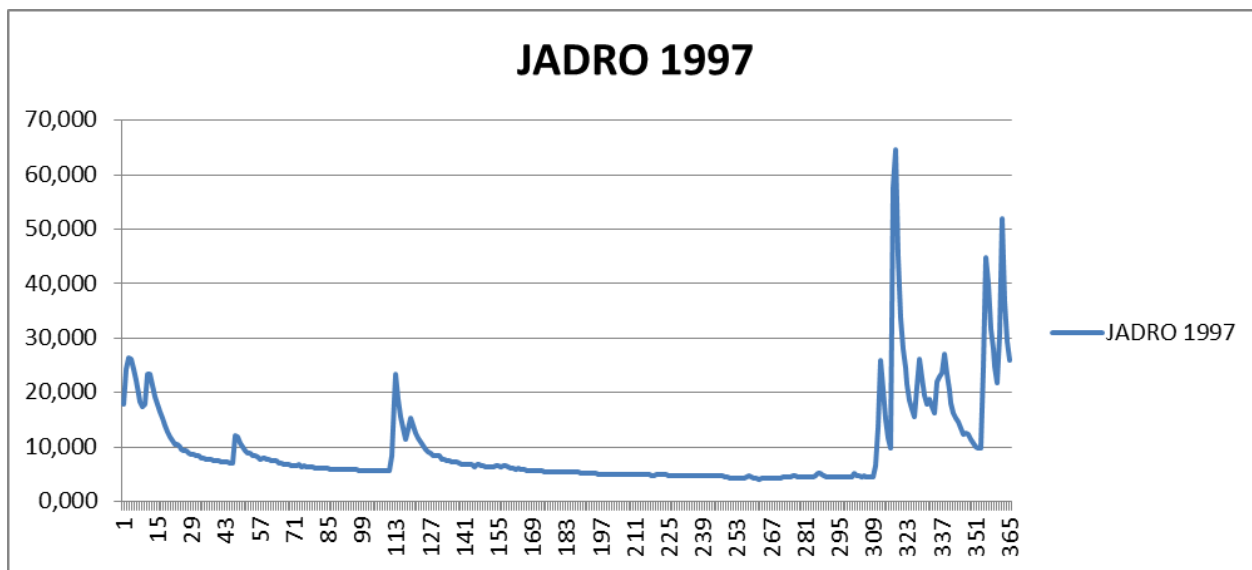


Slika 11 Recesija Jadro

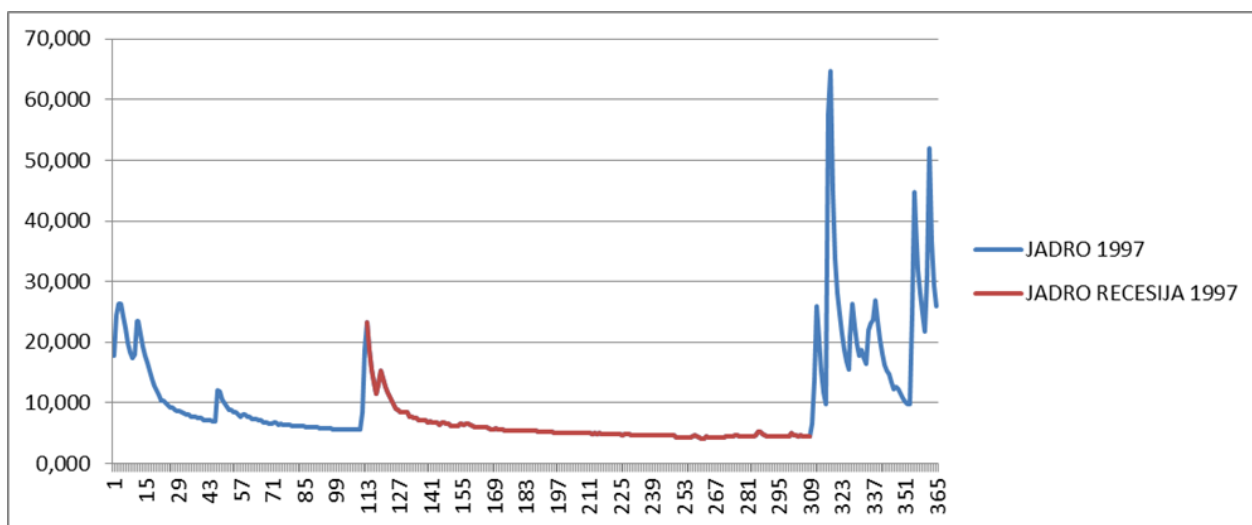


Slika 12 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Jadro 1996.god.

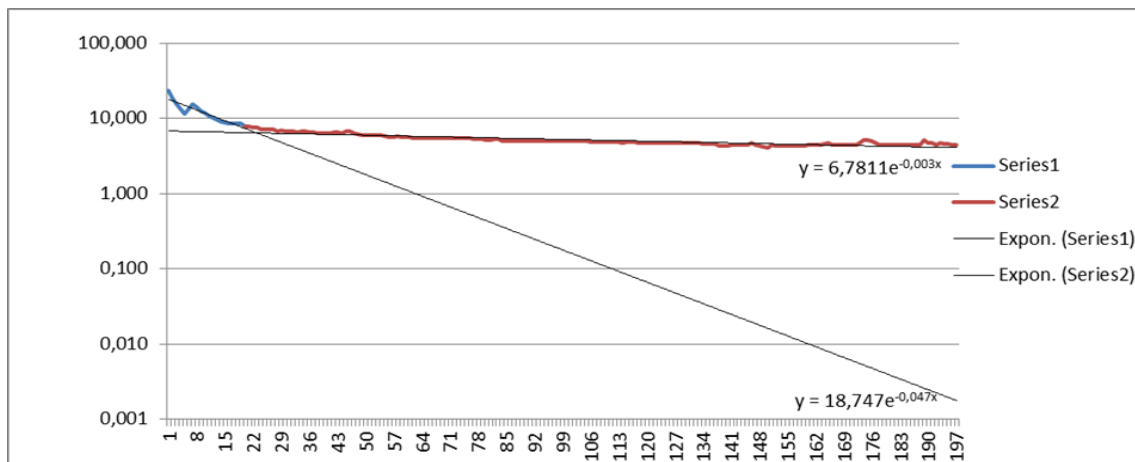




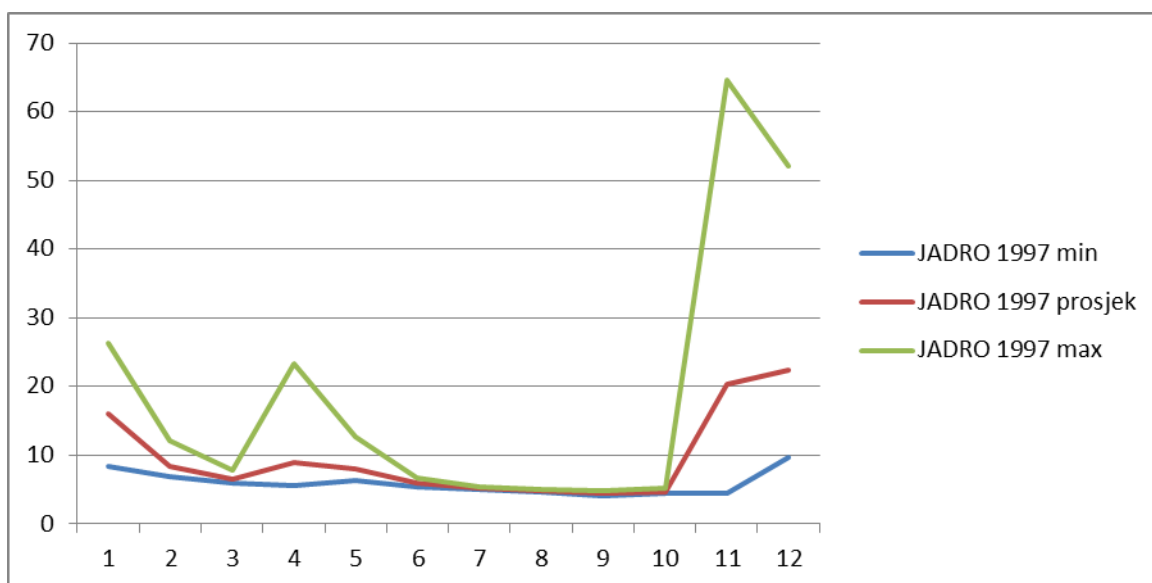
Slika 13 Hidrogram otjecanja rijeke Jadro za 1997.godinu



Slika 14 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Jadro za 1997.godinu



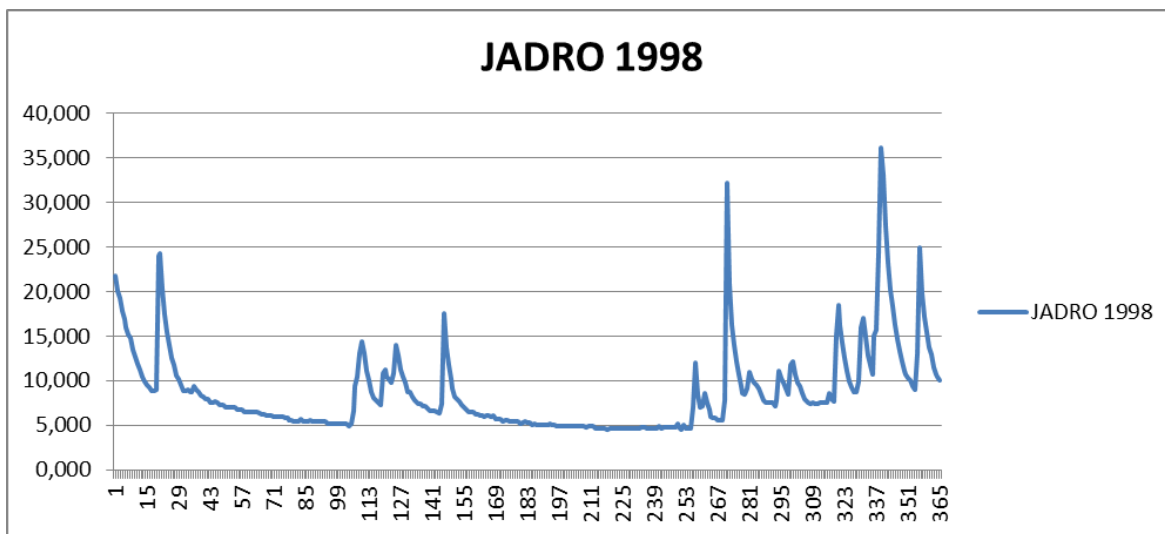
Slika 15 Recesija rijeke Jadro za 1997.godinu



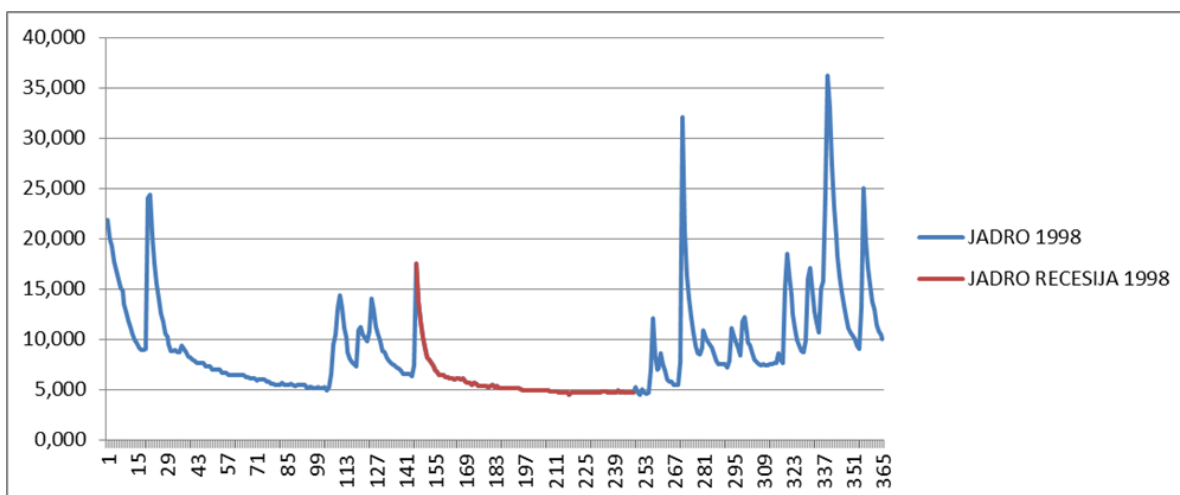
Slika 16 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Jadro 1997.god.



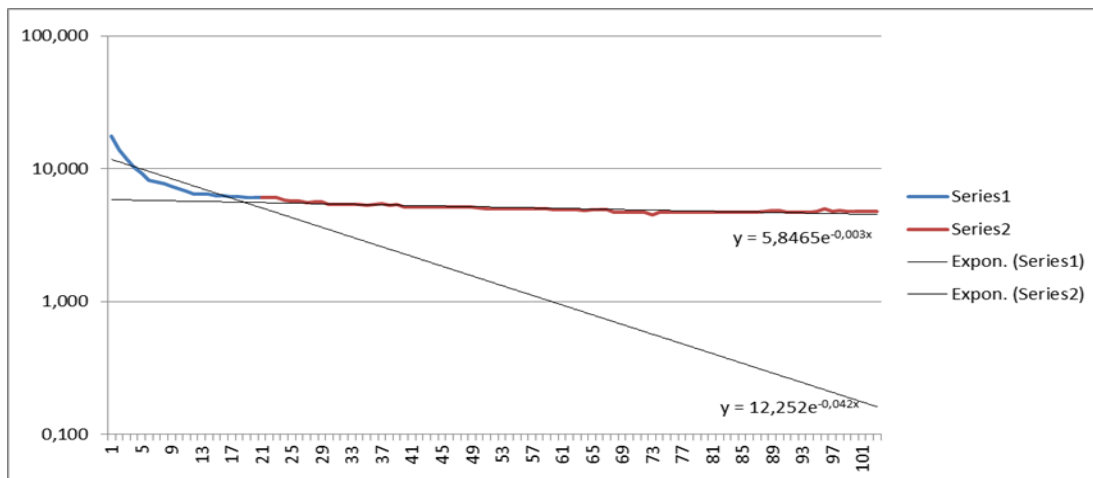
JADRO 1998													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	21,840	8,870	6,490	5,460	10,530	7,990	5,480	4,680	4,760	14,080	8,000	10,710	
2	20,060	8,990	6,480	5,440	10,160	7,660	5,310	4,680	4,760	12,220	7,760	15,020	
3	19,300	8,700	6,460	5,440	9,780	7,370	5,360	4,680	4,760	10,690	7,520	15,750	
4	17,810	8,770	6,490	5,440	10,820	7,040	5,130	4,680	4,760	9,450	7,480	24,330	
5	16,910	9,400	6,490	5,200	14,030	6,740	5,140	4,680	4,760	8,660	7,510	36,160	
6	15,980	9,080	6,450	5,220	12,860	6,480	5,130	4,490	5,240	8,520	7,480	33,050	
7	15,180	8,700	6,200	5,240	11,290	6,480	5,120	4,680	4,770	9,180	7,480	27,360	
8	14,780	8,360	6,230	5,210	10,530	6,480	5,130	4,680	4,530	10,960	7,510	23,180	
9	13,480	8,240	6,190	5,210	9,810	6,220	5,130	4,680	5,010	10,240	7,560	20,200	
10	12,750	7,950	6,190	5,240	8,810	6,220	5,120	4,680	4,680	9,830	7,620	18,310	
11	11,920	7,930	6,190	5,210	8,780	6,190	5,120	4,680	4,650	9,500	7,620	16,230	
12	11,240	7,640	5,970	5,210	8,180	6,190	5,140	4,680	4,720	9,160	8,640	14,670	
13	10,520	7,640	6,010	5,240	7,850	6,030	5,120	4,680	7,040	8,510	7,970	13,420	
14	9,900	7,660	6,010	4,990	7,620	6,100	5,050	4,720	12,100	7,840	7,680	12,220	
15	9,560	7,640	6,030	5,250	7,500	6,100	4,950	4,720	8,440	7,530	15,050	11,100	
16	9,230	7,320	6,030	6,590	7,470	6,060	4,950	4,720	7,060	7,550	18,500	10,680	
17	8,950	7,320	5,850	9,460	7,190	6,090	4,950	4,700	7,150	7,560	16,250	10,360	
18	8,950	7,320	5,800	10,450	7,160	5,780	4,970	4,700	8,610	7,540	14,350	10,040	
19	9,020	7,040	5,580	13,090	6,880	5,730	4,950	4,700	7,510	7,210	12,590	9,380	
20	24,050	7,040	5,560	14,410	6,610	5,700	4,950	4,700	6,850	7,850	11,120	9,060	
21	24,330	7,040	5,530	13,060	6,610	5,530	4,950	4,800	6,060	11,100	9,960	13,150	
22	20,390	7,040	5,530	11,150	6,600	5,660	4,950	4,870	5,830	10,370	9,350	24,990	
23	17,500	7,040	5,530	10,110	6,570	5,600	4,950	4,870	5,800	9,760	8,810	19,820	
24	15,430	6,730	5,670	8,770	6,350	5,410	4,940	4,690	5,540	9,150	8,780	17,120	
25	14,060	6,730	5,480	8,110	7,440	5,410	4,940	4,730	5,540	8,450	9,890	15,420	
26	12,530	6,730	5,520	7,800	17,550	5,410	4,940	4,710	5,540	11,790	16,020	13,720	
27	11,740	6,460	5,480	7,570	13,770	5,410	4,940	4,710	7,800	12,210	17,110	13,020	
28	10,610	6,460	5,590	7,360	11,770	5,410	4,810	4,740	32,140	10,730	14,940	11,480	
29	10,250		5,450	10,920	10,260	5,270	4,890	4,950	20,870	9,750	12,790	10,790	
30	9,550		5,410	11,290	9,200	5,400	4,890	4,740	16,310	9,410	11,730	10,430	
31	8,870		5,450		8,220		4,890	4,850		8,680		10,020	
DATUM													
MIN	8,87	6,46	5,41	4,99	6,35	5,27	4,81	4,49	4,53	7,21	7,48	9,06	
PROSJEK	14,1	7,7	5,9	7,6	9,3	6,1	5,0	4,7	7,8	9,5	10,5	16,2	
MAX	24,33	9,4	6,49	14,41	17,55	7,99	5,48	4,95	32,14	14,08	18,5	36,16	
DATUM													
	2011												
	MIN					PROSJEK					MAX		
	4,49					8,7					36,16		
	06.08.1998.										05.12.1998.		



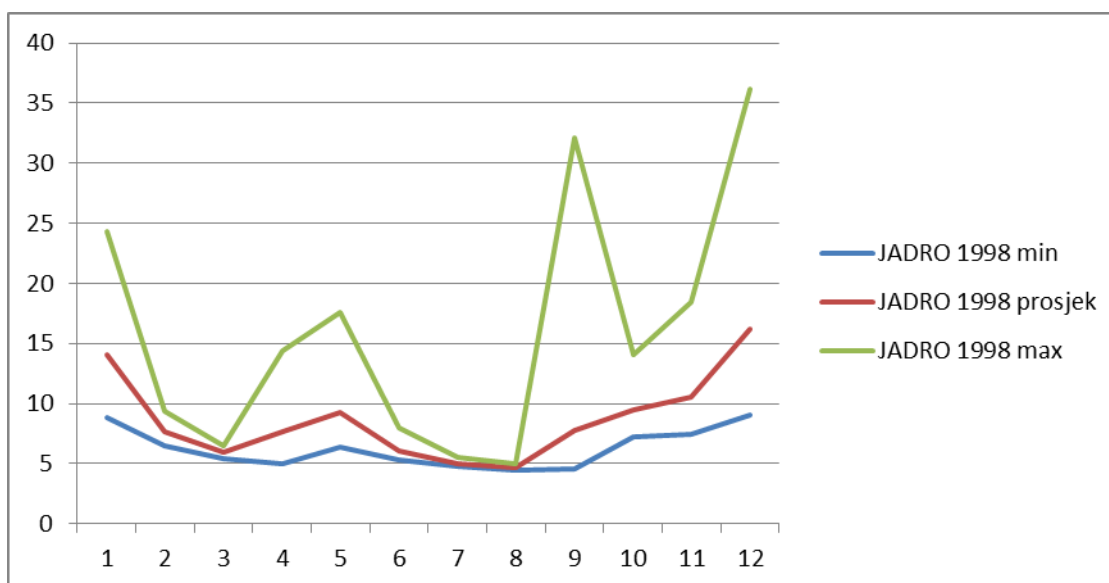
Slika 17 Hidrogram otjecanja rijeke Jadro za 1998.godinu



Slika 18 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Jadro za 1998.godinu

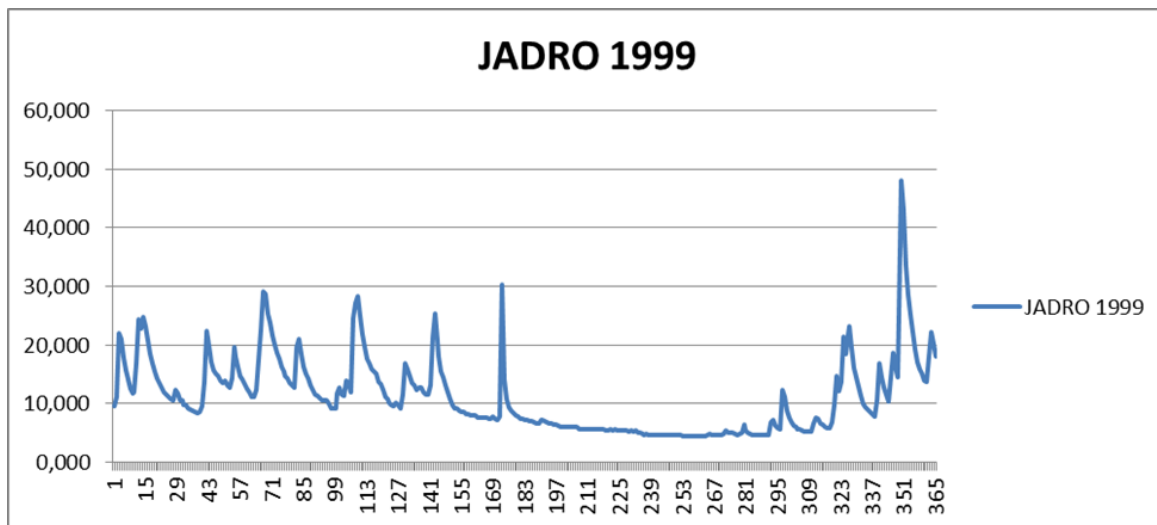


**Slika 19** Recesija rijeke Jadro 1998.godine

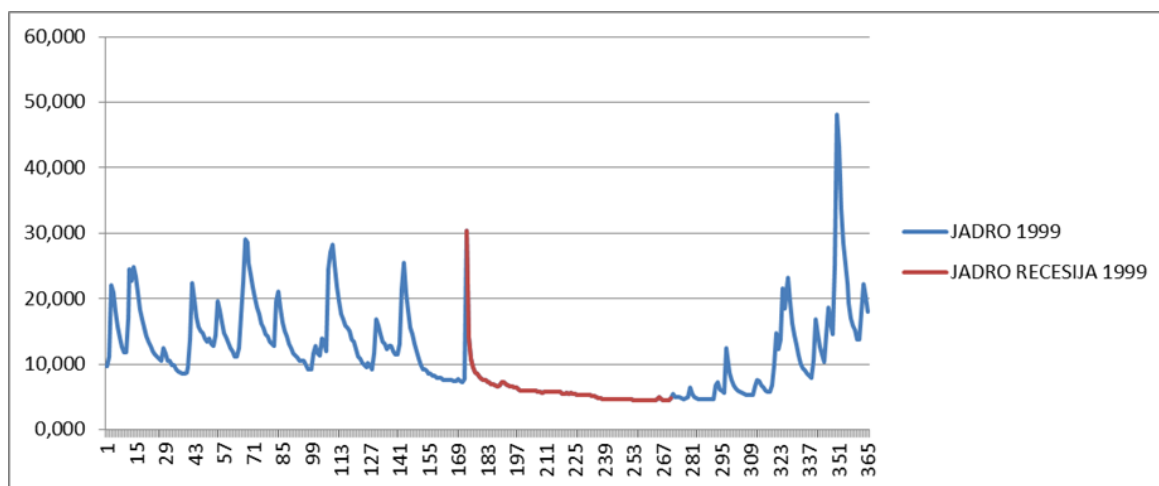


**Slika 20** Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Jadro 1998.god.

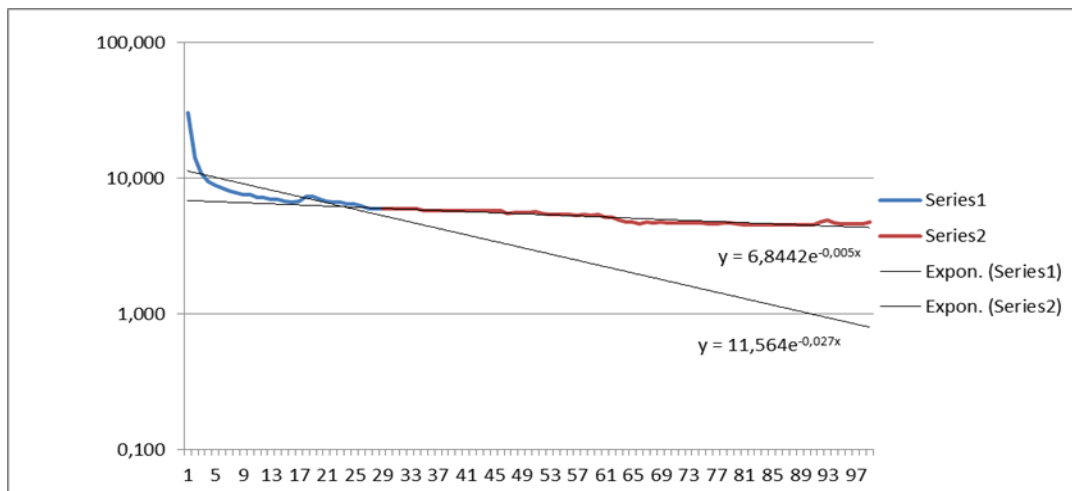
JADRO 1999												
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	9,680	9,860	12,460	11,270	11,210	9,170	7,500	5,730	4,650	5,000	5,700	9,070
2	11,160	9,860	11,920	10,940	10,860	9,200	7,210	5,730	4,650	5,030	5,460	8,500
3	22,070	9,230	11,220	10,590	10,210	8,880	7,230	5,730	4,650	4,790	5,220	8,160
4	20,950	8,930	11,240	10,570	9,830	8,570	6,940	5,730	4,640	4,580	5,220	7,860
5	17,970	8,720	12,400	10,570	9,500	8,540	6,940	5,730	4,620	4,770	5,220	10,530
6	15,680	8,510	17,440	9,890	10,210	8,260	6,760	5,720	4,610	5,010	5,250	16,920
7	14,040	8,490	22,520	9,220	9,860	8,230	6,660	5,500	4,640	6,520	6,560	14,550
8	12,610	8,660	29,150	9,230	9,170	7,930	6,700	5,530	4,660	5,510	7,640	12,650
9	11,820	9,560	28,670	9,230	11,640	7,930	7,270	5,580	4,590	5,030	7,350	11,480
10	11,870	13,760	25,470	11,690	16,860	7,910	7,290	5,530	4,500	4,790	6,700	10,410
11	16,970	22,360	23,770	12,760	15,900	7,610	6,990	5,660	4,500	4,660	6,370	14,610
12	24,470	19,940	21,720	11,630	14,650	7,610	6,750	5,490	4,500	4,610	6,030	18,600
13	22,750	17,140	20,040	11,300	13,450	7,610	6,670	5,390	4,500	4,610	5,830	16,340
14	24,860	15,760	18,590	13,930	13,120	7,610	6,680	5,380	4,500	4,610	5,860	14,530
15	23,300	15,090	17,610	13,470	12,350	7,580	6,450	5,360	4,500	4,610	6,740	24,930
16	20,870	14,700	16,280	12,000	12,720	7,410	6,450	5,360	4,500	4,610	9,850	48,080
17	18,380	13,900	15,550	24,580	12,720	7,470	6,180	5,330	4,500	4,590	14,720	43,230
18	16,830	13,450	14,640	27,060	11,940	7,750	5,940	5,350	4,500	4,610	12,240	33,680
19	15,510	13,880	14,280	28,290	11,560	7,470	5,960	5,340	4,500	6,790	13,760	28,500
20	14,240	13,180	13,470	24,980	11,560	7,180	5,970	5,350	4,500	7,270	21,520	25,260
21	13,440	12,750	13,170	21,840	13,160	7,750	5,970	5,140	4,700	6,180	18,560	22,190
22	12,740	14,340	12,770	19,600	21,490	30,370	5,970	5,140	4,930	5,930	21,810	19,310
23	11,960	19,650	19,650	17,700	25,440	14,060	5,970	4,930	4,630	5,680	23,220	17,090
24	11,560	18,160	21,030	16,840	20,870	10,810	5,970	4,740	4,560	12,420	19,400	15,940
25	11,200	16,360	18,530	15,940	18,100	9,480	5,970	4,760	4,560	11,220	16,190	15,170
26	10,840	14,690	16,370	15,500	15,500	8,790	5,730	4,570	4,560	8,780	14,490	13,840
27	10,550	14,090	15,140	15,060	14,600	8,480	5,730	4,700	4,560	7,560	12,930	13,780
28	12,410	13,250	14,240	13,740	13,100	7,990	5,700	4,650	4,770	6,740	11,270	18,070
29	11,670		13,140	13,370	11,950	7,780	5,730	4,700	5,500	6,230	10,040	22,220
30	10,580		12,390	12,300	10,850	7,500	5,730	4,650	5,000	5,980	9,430	20,260
31	10,570		11,630		9,810		5,730	4,630		5,730		18,020
DATUM												
MIN	9,68	8,49	11,22	9,22	9,17	7,18	5,7	4,57	4,5	4,58	5,22	7,86
PROSJEK	15,3	13,5	17,0	14,8	13,4	9,1	6,4	5,3	4,6	6,0	10,7	18,5
MAX	24,86	22,36	29,15	28,29	25,44	30,37	7,5	5,73	5,5	12,42	23,22	48,08
DATUM												
	2011											
		MIN				PROSJEK					MAX	
		4,5				11,2					48,08	
		10.09.1999.									16.12.1999.	



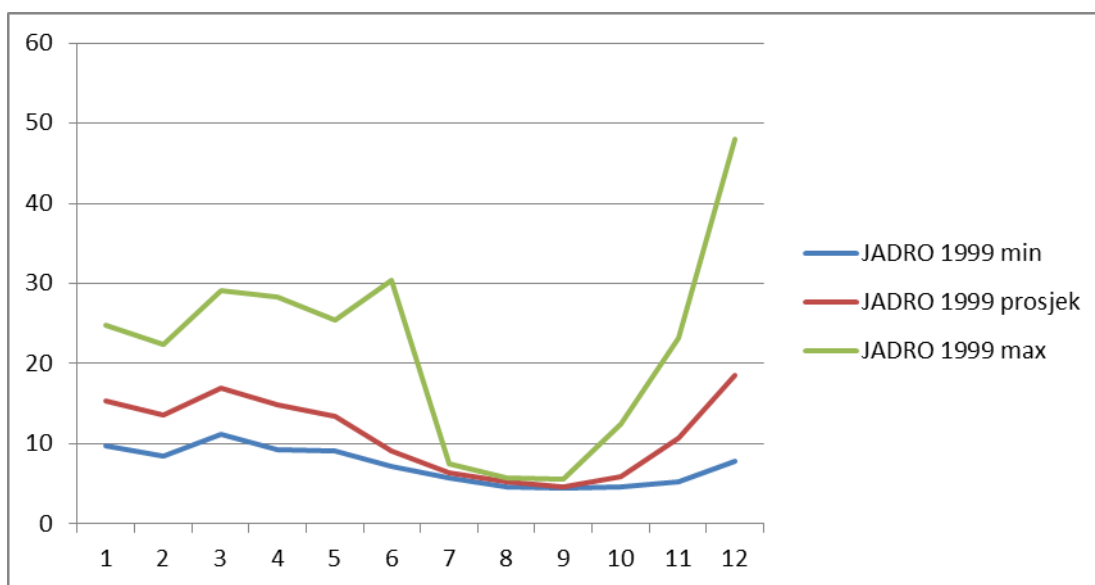
Slika 21 Hidrogram otjecanja rijeke Jadro za 1999.godinu



Slika 22 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Jadro za 1999.godinu

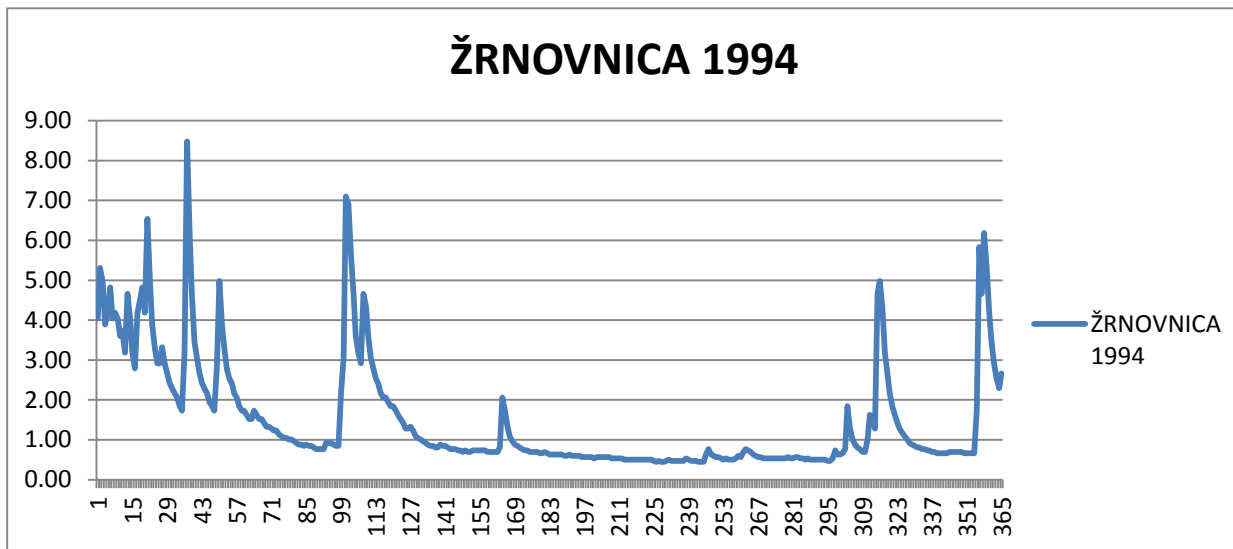


Slika 23 Recesija rijeke Jadro 1999.godine

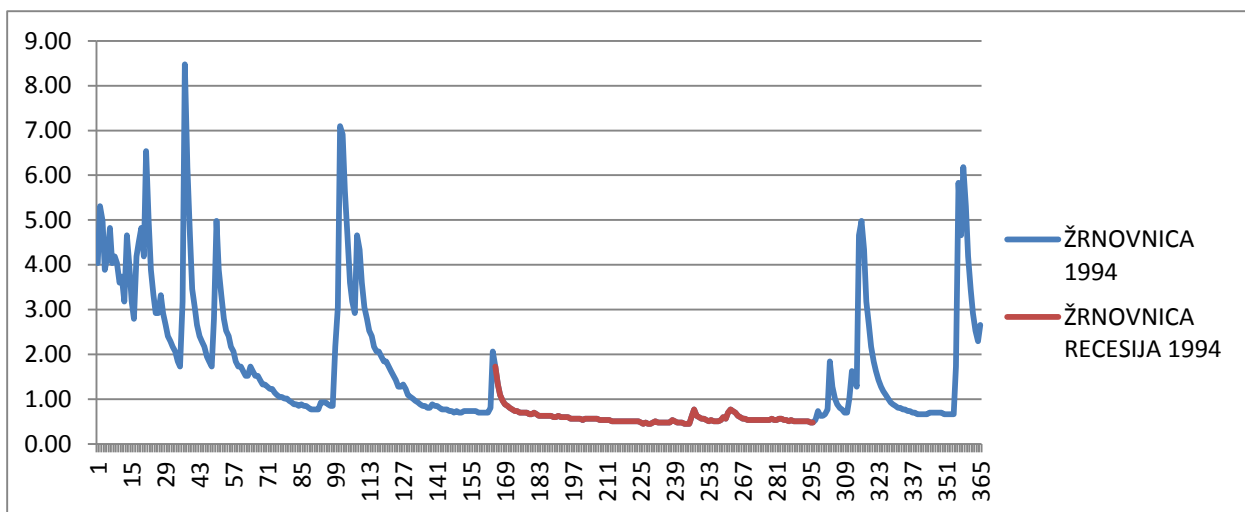


Slika 24 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Jadro 1999.god.

ŽRNOVNICA 1994													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	4,04	2,17	1,73	0,77	1,73	0,73	0,66	0,50	0,45	0,53	1,01	0,73	
2	5,31	2,06	1,63	0,77	1,63	0,73	0,63	0,50	0,45	0,53	0,88	0,73	
3	4,98	1,84	1,52	0,92	1,52	0,73	0,63	0,50	0,63	0,53	0,81	0,70	
4	3,89	1,73	1,52	0,92	1,43	0,73	0,63	0,50	0,77	0,53	0,77	0,70	
5	4,19	3,18	1,73	0,92	1,28	0,73	0,63	0,50	0,63	0,53	0,70	0,66	
6	4,82	8,48	1,63	0,88	1,28	0,73	0,63	0,50	0,60	0,57	0,70	0,66	
7	4,04	6,18	1,52	0,85	1,33	0,70	0,63	0,50	0,57	0,53	1,01	0,66	
8	4,19	4,66	1,52	0,85	1,23	0,70	0,60	0,50	0,57	0,53	1,63	0,66	
9	4,04	3,46	1,43	2,17	1,09	0,70	0,60	0,50	0,53	0,57	1,52	0,66	
10	3,6	3,05	1,33	3,05	1,05	0,70	0,63	0,50	0,50	0,57	1,28	0,70	
11	3,74	2,66	1,33	7,10	1,01	0,70	0,60	0,50	0,53	0,53	4,66	0,70	
12	3,18	2,41	1,28	6,91	0,97	0,81	0,60	0,50	0,50	0,53	4,98	0,70	
13	4,66	2,29	1,23	5,65	0,92	2,06	0,60	0,48	0,50	0,50	4,34	0,70	
14	4,04	2,17	1,23	4,66	0,88	1,73	0,60	0,45	0,50	0,53	3,18	0,70	
15	3,18	1,95	1,14	3,60	0,85	1,33	0,57	0,48	0,53	0,50	2,66	0,70	
16	2,79	1,84	1,09	3,18	0,85	1,09	0,57	0,45	0,60	0,50	2,17	0,66	
17	4,19	1,73	1,05	2,92	0,81	0,97	0,57	0,45	0,57	0,50	1,84	0,66	
18	4,5	2,79	1,05	4,66	0,81	0,88	0,57	0,48	0,70	0,50	1,63	0,66	
19	4,82	4,98	1,01	4,34	0,88	0,85	0,57	0,50	0,77	0,50	1,43	0,66	
20	4,19	3,89	1,01	3,60	0,85	0,81	0,53	0,48	0,73	0,50	1,28	0,66	
21	6,54	3,32	0,97	3,05	0,85	0,77	0,57	0,48	0,70	0,50	1,18	1,73	
22	4,98	2,79	0,92	2,79	0,81	0,73	0,57	0,48	0,63	0,48	1,09	5,83	
23	3,89	2,53	0,88	2,53	0,77	0,73	0,57	0,48	0,60	0,48	1,01	4,66	
24	3,32	2,41	0,88	2,41	0,77	0,70	0,57	0,48	0,57	0,53	0,92	6,18	
25	2,92	2,17	0,85	2,17	0,77	0,70	0,57	0,48	0,57	0,73	0,88	5,31	
26	2,92	2,06	0,88	2,06	0,73	0,70	0,57	0,53	0,53	0,63	0,85	4,19	
27	3,32	1,84	0,85	2,06	0,73	0,70	0,53	0,50	0,53	0,63	0,81	3,46	
28	2,92	1,73	0,85	1,95	0,70	0,66	0,53	0,48	0,53	0,66	0,81	2,92	
29	2,66		0,81	1,84	0,73	0,66	0,53	0,48	0,53	0,77	0,77	2,53	
30	2,41		0,77	1,84	0,70	0,70	0,53	0,48	0,53	1,84	0,77	2,29	
31	2,29		0,77		0,70		0,53	0,45		1,28		2,66	
DATUM													
MIN	2,29	1,73	0,769	0,769	0,697	0,663	0,534	0,447	0,447	0,475	0,697	0,663	
PROSJEK	3,9	2,9	1,2	2,7	1,0	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	1,6	1,8	
MAX	6,54	8,48	1,73	7,1	1,73	2,06	0,663	0,534	0,769	1,84	4,98	6,18	
DATUM													
2011													
	MIN					PROSJEK					MAX		
		0,447				1,5					8,48		
		14.8.1994.									6.2.1994.		

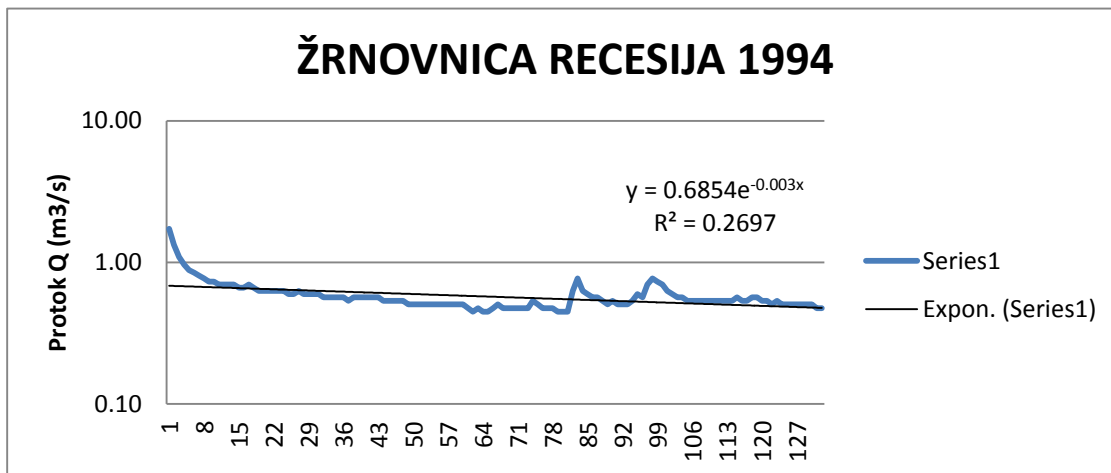


Slika 25 Hidrogram otjecanja rijeke Žrnovnica za 1994.godinu

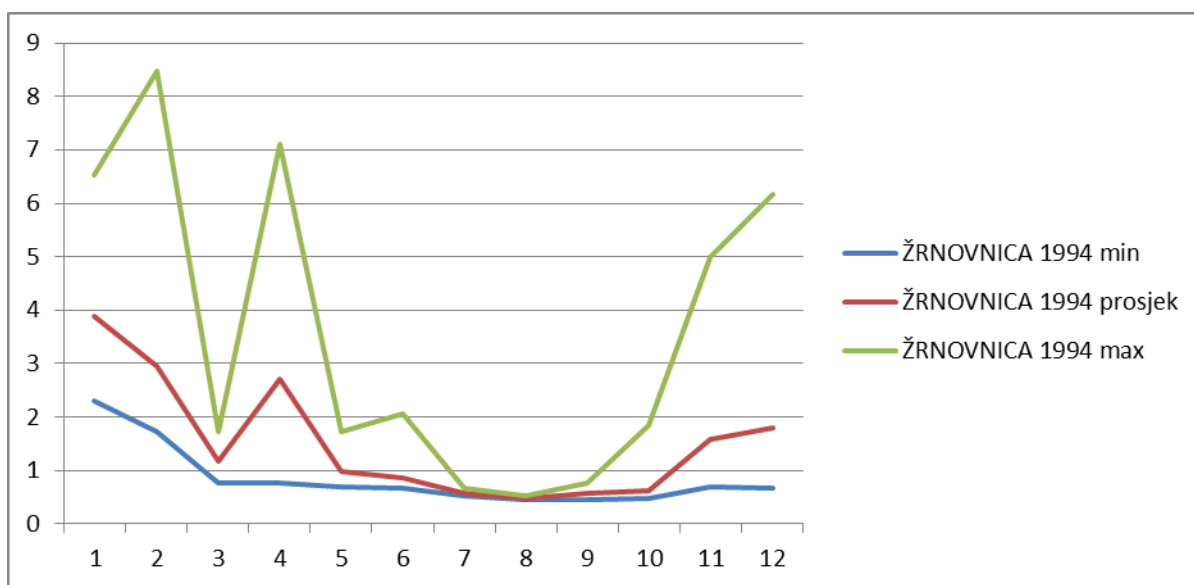


Slika 26 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Žrnovnica za 1994.godinu



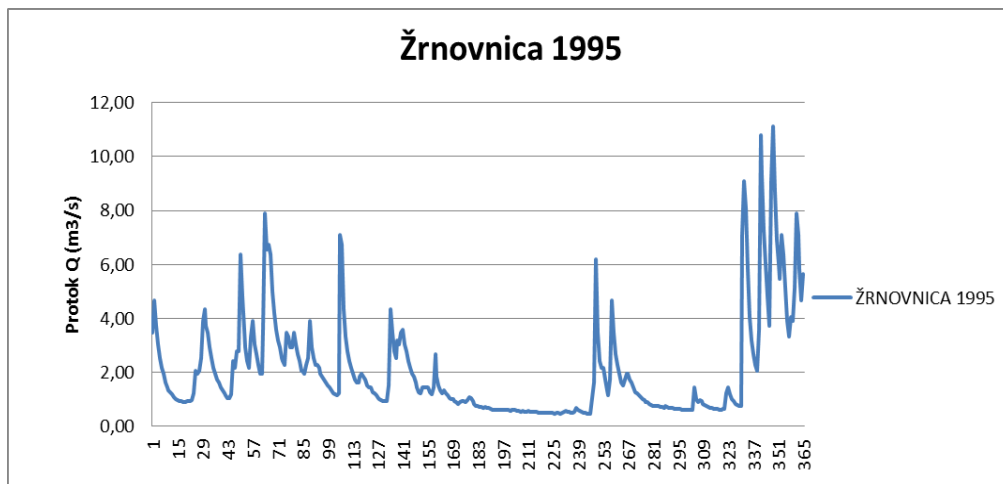


Slika 27 Recesija rijeke Žrnovnica 1994.godine

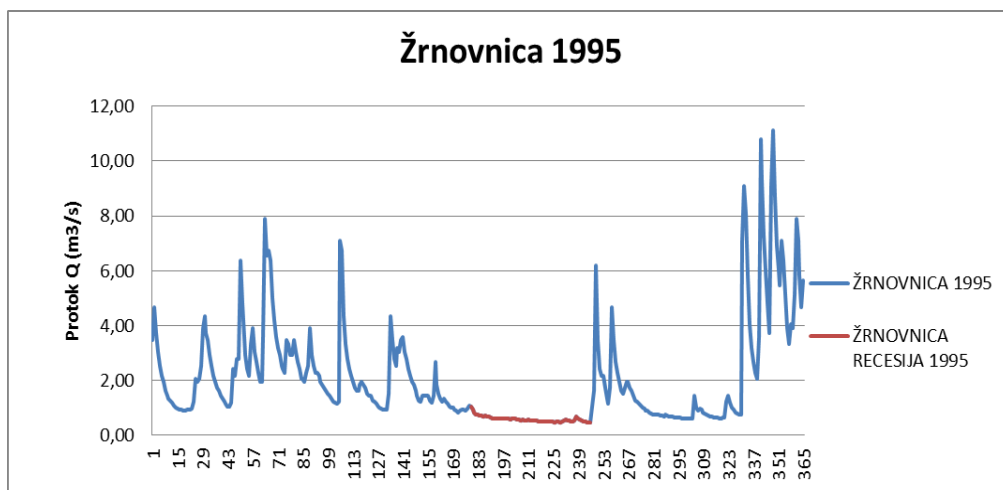


Slika 28 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Žrnovnica 1994.god.

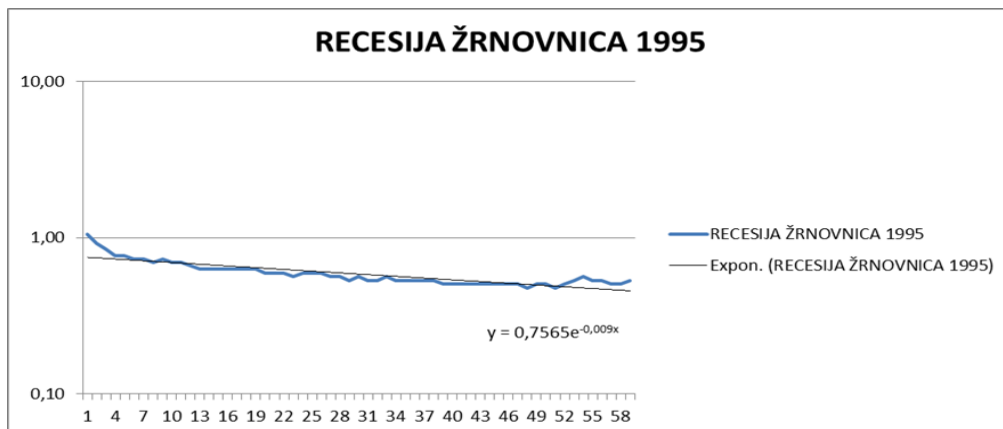
ŽRNOVNICA 1995													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1		3,46	3,46	2,29	2,53	1,52	1,43	0,77	0,53	0,48	1,09	1,01	4,04
2		4,66	2,92	1,95	2,29	1,43	1,43	0,77	0,53	0,48	1,01	0,88	3,18
3		3,74	2,53	1,95	2,29	1,43	1,43	0,73	0,53	0,48	0,97	0,97	2,66
4		3,05	2,17	3,60	2,17	1,28	1,43	0,73	0,53	1,05	0,88	0,92	2,29
5		2,53	1,95	7,88	1,95	1,23	1,28	0,70	0,50	1,63	0,88	0,85	2,06
6		2,17	1,73	6,54	1,84	1,14	1,18	0,73	0,50	6,18	0,85	0,81	3,60
7		1,95	1,63	6,73	1,73	1,05	1,43	0,70	0,50	3,46	0,81	0,77	10,80
8		1,63	1,43	6,36	1,63	1,01	2,66	0,70	0,50	2,41	0,77	0,73	9,31
9		1,43	1,33	4,98	1,52	0,97	1,84	0,66	0,50	2,17	0,77	0,70	7,29
10		1,33	1,23	4,19	1,43	0,92	1,52	0,63	0,50	2,17	0,77	0,70	6,00
11		1,28	1,14	3,60	1,33	0,92	1,33	0,63	0,50	1,73	0,77	0,66	4,82
12		1,18	1,05	3,18	1,23	0,92	1,23	0,63	0,50	1,33	0,73	0,66	3,74
13		1,09	1,05	2,92	1,18	1,52	1,33	0,63	0,50	1,14	0,73	0,66	9,10
14		1,01	1,18	2,53	1,14	4,34	1,23	0,63	0,48	1,73	0,70	0,63	11,10
15		0,97	2,41	2,41	1,23	3,46	1,14	0,63	0,50	4,66	0,77	0,63	8,68
16		0,92	2,17	2,29	7,10	2,79	1,05	0,63	0,50	3,46	0,73	0,66	6,91
17		0,92	2,79	3,46	6,73	2,53	1,01	0,60	0,48	2,66	0,70	0,66	6,00
18		0,88	2,79	3,32	4,34	3,18	1,01	0,60	0,50	2,29	0,70	1,23	5,48
19		0,88	6,36	2,92	3,32	3,05	0,92	0,60	0,53	1,95	0,70	1,43	7,10
20		0,92	4,82	2,92	2,79	3,46	0,88	0,57	0,57	1,63	0,66	1,18	6,36
21		0,92	3,60	3,46	2,41	3,60	0,85	0,60	0,53	1,52	0,66	1,01	5,15
22		0,92	2,92	3,05	2,17	3,05	0,88	0,60	0,53	1,73	0,66	0,92	3,89
23		0,97	2,41	2,66	1,95	2,79	0,92	0,60	0,50	1,95	0,66	0,85	3,32
24		1,23	2,17	2,41	1,73	2,41	0,92	0,57	0,50	1,95	0,63	0,81	4,04
25		2,06	3,32	2,06	1,63	2,17	0,88	0,57	0,53	1,73	0,63	0,77	3,89
26		1,95	3,89	2,06	1,63	1,95	0,97	0,53	0,70	1,63	0,63	0,77	5,15
27		2,06	3,05	1,95	1,84	1,84	1,09	0,57	0,63	1,43	0,63	7,10	7,88
28		2,53	2,66	2,29	1,95	1,63	1,05	0,53	0,57	1,28	0,63	9,10	7,10
29		3,89		2,53	1,84	1,43	0,92	0,53	0,53	1,23	0,63	8,08	5,83
30		4,34		3,89	1,73	1,28	0,85	0,57	0,50	1,14	0,60	5,83	4,66
31		3,74		2,92		1,23		0,53	0,50		1,43		5,65
DATUM													
MIN		0,884	1,05	1,95	1,14	0,924	0,845	0,534	0,475	0,475	0,597	0,629	2,06
PROSJEK		2,0	2,5	3,4	2,3	2,0	1,2	0,6	0,5	2,0	0,8	1,7	5,7
MAX		4,66	6,36	7,88	7,1	4,34	2,66	0,769	0,697	6,18	1,43	9,1	11,1
DATUM													
		2011											
		MIN					PROSJEK					MAX	
		0,475					2,1					11,1	
		14.8.1995.										14.12.1995.	



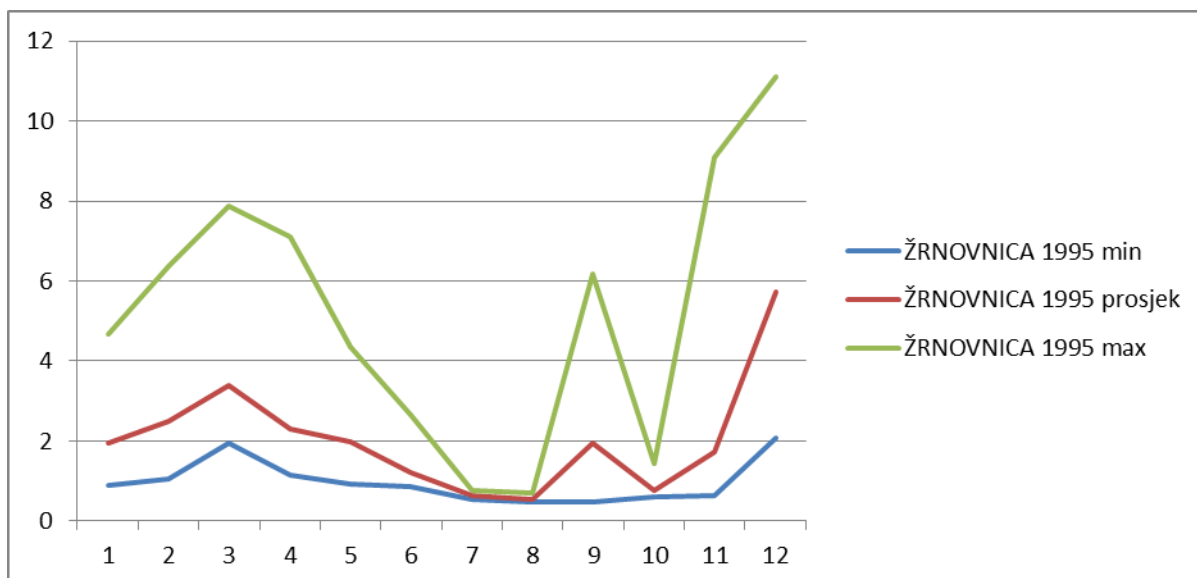
**Slika 29** Hidrogram otjecanja rijeke Žrnovnica za 1995.godinu



**Slika 30** Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Žrnovnica za 1995.godinu

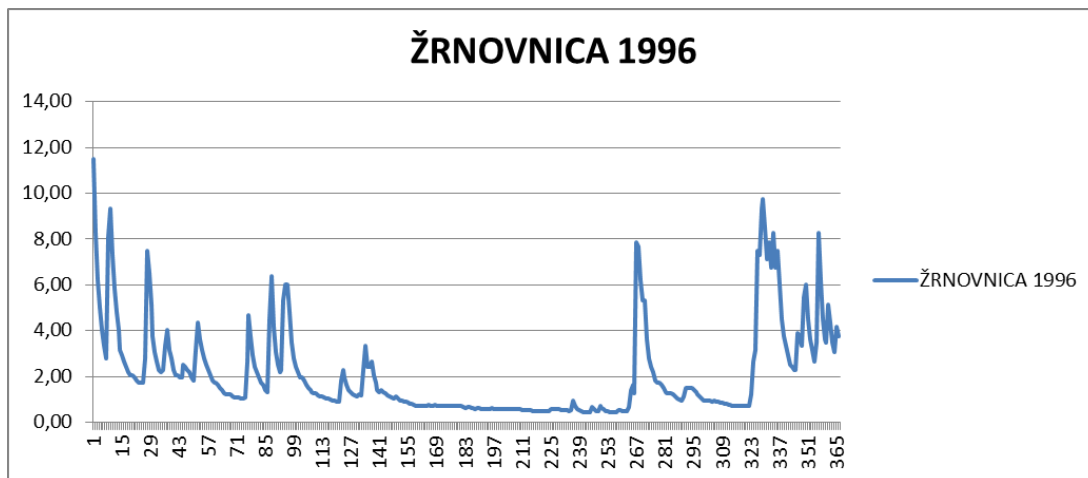


Slika 31 Recesija rijeke Žrnovnice 1995.godine

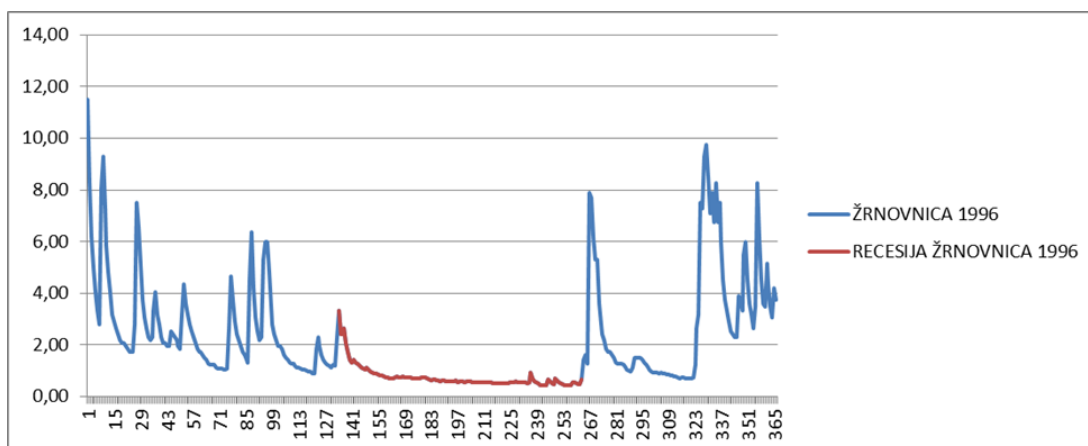


Slika 32 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Žrnovnica 1995.god.

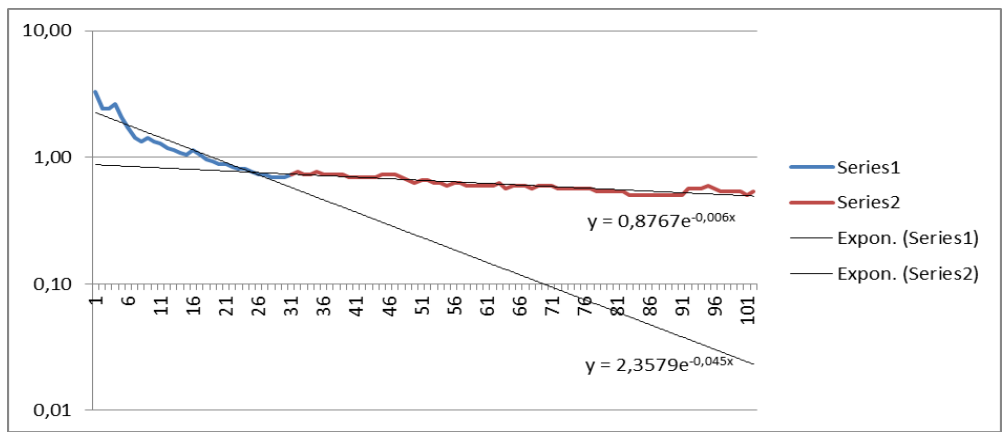
ŽRNOVNICA 1996													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	11,50	2,66	1,73	2,17	1,84	0,88	0,63	0,53	0,66	2,17	0,88	7,49	
2	8,28	2,29	1,63	2,29	2,29	0,88	0,66	0,53	0,60	1,84	0,88	6,00	
3	6,18	2,17	1,52	5,31	1,95	0,85	0,66	0,50	0,50	1,73	0,85	4,50	
4	4,98	2,29	1,43	6,00	1,63	0,81	0,63	0,50	0,48	1,73	0,85	3,74	
5	4,04	3,32	1,28	6,00	1,43	0,81	0,63	0,50	0,70	1,63	0,81	3,32	
6	3,32	4,04	1,23	4,82	1,33	0,77	0,60	0,50	0,63	1,52	0,81	2,92	
7	2,79	3,18	1,23	3,46	1,23	0,73	0,63	0,50	0,57	1,33	0,77	2,53	
8	8,08	2,79	1,23	2,79	1,18	0,73	0,63	0,50	0,50	1,28	0,77	2,41	
9	9,31	2,29	1,14	2,41	1,14	0,70	0,60	0,50	0,48	1,28	0,73	2,29	
10	7,29	2,06	1,09	2,17	1,23	0,70	0,60	0,50	0,45	1,28	0,70	2,29	
11	5,83	2,06	1,09	1,95	1,18	0,70	0,60	0,50	0,45	1,23	0,73	3,89	
12	4,82	1,95	1,09	1,95	2,29	0,73	0,60	0,57	0,45	1,14	0,73	3,74	
13	4,04	1,95	1,05	1,84	3,32	0,77	0,60	0,57	0,45	1,05	0,70	3,32	
14	3,18	2,53	1,05	1,63	2,41	0,73	0,63	0,57	0,53	1,01	0,70	5,48	
15	2,92	2,41	1,09	1,52	2,41	0,73	0,57	0,60	0,53	0,97	0,70	6,00	
16	2,66	2,29	2,66	1,43	2,66	0,77	0,60	0,57	0,50	1,14	0,70	4,50	
17	2,41	2,17	4,66	1,33	2,06	0,73	0,60	0,53	0,48	1,52	0,73	3,60	
18	2,17	1,95	3,74	1,28	1,73	0,73	0,60	0,53	0,48	1,52	1,23	3,18	
19	2,06	1,84	2,92	1,28	1,43	0,73	0,57	0,53	0,66	1,52	2,66	2,66	
20	2,06	3,18	2,41	1,18	1,33	0,73	0,60	0,53	1,43	1,52	3,18	3,46	
21	1,95	4,34	2,17	1,14	1,43	0,70	0,60	0,50	1,63	1,43	7,49	8,28	
22	1,84	3,60	1,95	1,14	1,33	0,70	0,60	0,53	1,28	1,33	7,29	6,18	
23	1,73	3,18	1,73	1,09	1,28	0,70	0,57	0,92	7,88	1,23	9,31	4,50	
24	1,73	2,79	1,63	1,05	1,18	0,70	0,57	0,70	7,68	1,14	9,74	3,60	
25	1,73	2,53	1,43	1,05	1,14	0,70	0,57	0,60	6,18	1,05	8,48	3,46	
26	2,79	2,29	1,33	1,01	1,09	0,73	0,57	0,53	5,31	0,97	7,10	5,15	
27	7,49	2,06	4,50	0,97	1,05	0,73	0,57	0,50	5,31	0,92	7,88	4,34	
28	6,54	1,84	6,36	0,97	1,14	0,73	0,57	0,45	3,60	0,92	6,73	3,46	
29	5,15	1,73	4,19	0,88	1,05	0,70	0,53	0,42	2,79	0,92	8,28	3,05	
30	3,74		3,05	0,88	0,97	0,66	0,53	0,45	2,41	0,88	6,73	4,19	
31	3,05		2,53		0,92		0,53	0,45		0,92		3,74	
DATUM													
MIN	1,73	1,73	1,05	0,884	0,924	0,663	0,534	0,42	0,447	0,884	0,697	2,29	
PROSJEK	4,4	2,5	2,1	2,1	1,6	0,7	0,6	0,5	1,9	1,3	3,3	4,1	
MAX	11,5	4,34	6,36	6	3,32	0,884	0,663	0,924	7,88	2,17	9,74	8,28	
DATUM													
2011													
		MIN				PROSJEK					MAX		
		0,42				2,1					11,5		
		29.08.1996.									01.01.1996.		



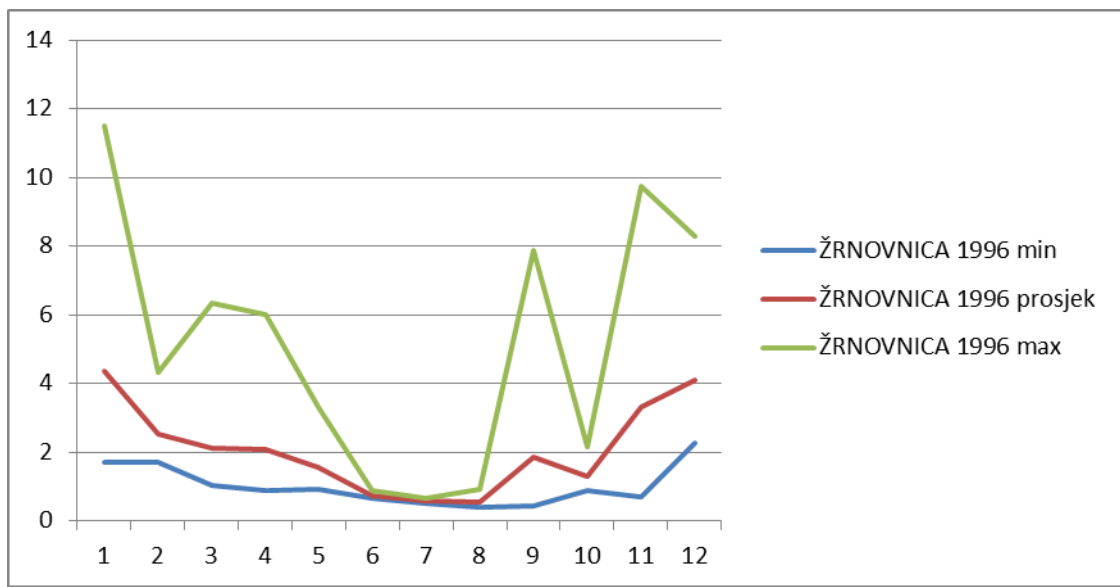
Slika 33 Hidrogram otjecanja rijeke Žrnovnica za 1996.godinu



Slika 34 Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rjeke Žrnovnice za 1996.godinu



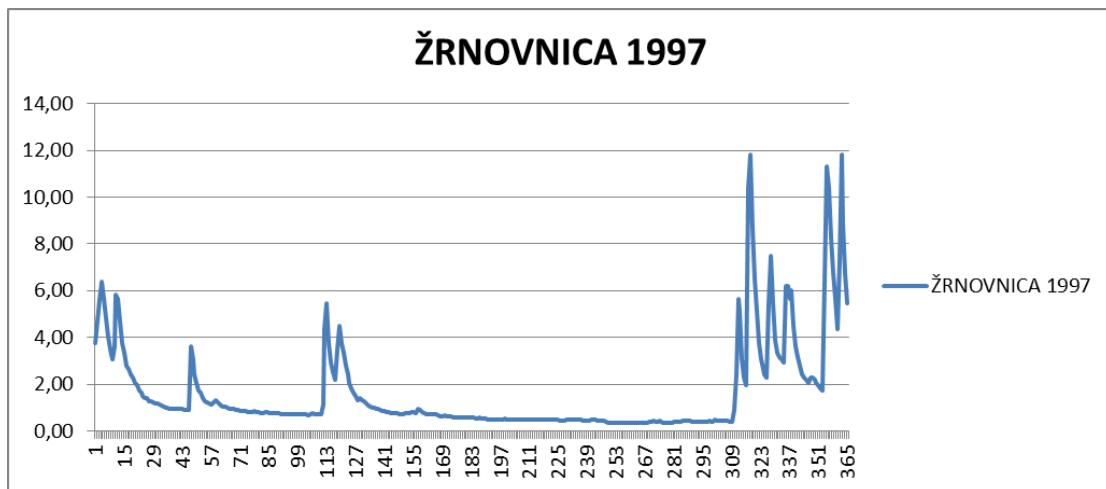
Slika 35 Recesija rijeke Žrnovnice za 1996.godinu



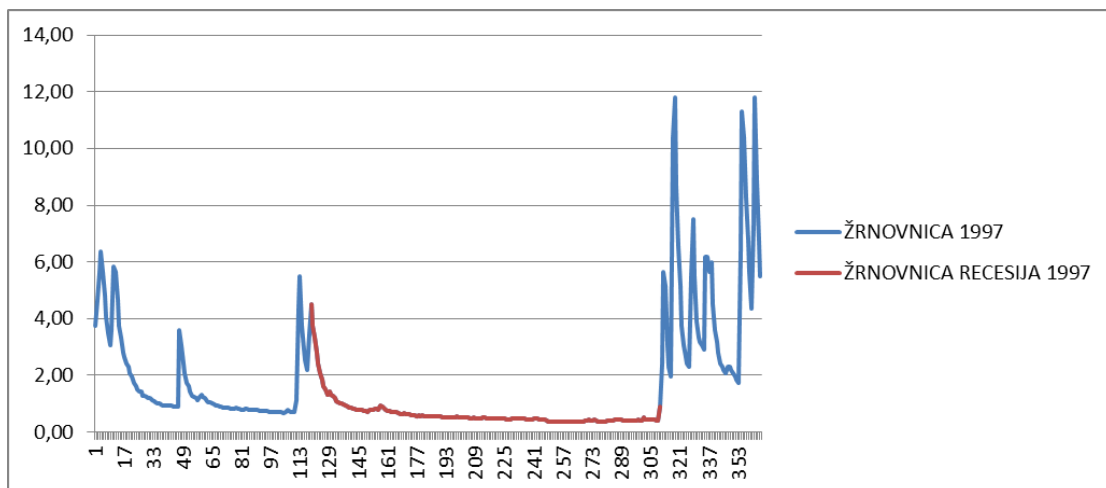
Slika 36 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Žrnovnica 1996.god.

ŽRNOVNICA 1997													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	3,74	1,14	1,23	0,73	3,32	0,77	0,57	0,50	0,45	0,42	0,42	6,18	
2	4,66	1,09	1,18	0,73	2,79	0,77	0,57	0,50	0,45	0,39	0,42	6,18	
3	5,65	1,05	1,09	0,73	2,41	0,81	0,57	0,48	0,45	0,37	0,42	5,65	
4	6,36	1,01	1,05	0,73	2,06	0,81	0,53	0,48	0,42	0,37	0,39	6,00	
5	5,65	1,01	1,05	0,73	1,84	0,77	0,53	0,48	0,39	0,37	0,39	4,50	
6	4,82	0,97	1,01	0,70	1,63	0,92	0,57	0,48	0,37	0,37	0,88	3,60	
7	4,04	0,92	0,97	0,70	1,52	0,88	0,53	0,48	0,34	0,37	2,41	3,18	
8	3,46	0,92	0,92	0,70	1,33	0,81	0,53	0,48	0,34	0,39	5,65	2,79	
9	3,05	0,92	0,92	0,70	1,43	0,77	0,53	0,48	0,34	0,39	5,15	2,41	
10	3,60	0,92	0,88	0,70	1,33	0,73	0,50	0,48	0,34	0,39	3,05	2,29	
11	5,83	0,92	0,88	0,70	1,28	0,73	0,50	0,48	0,34	0,39	2,29	2,17	
12	5,65	0,92	0,85	0,70	1,18	0,70	0,50	0,48	0,34	0,42	1,95	2,06	
13	4,66	0,88	0,85	0,70	1,09	0,70	0,50	0,48	0,34	0,42	10,40	2,29	
14	3,74	0,88	0,85	0,66	1,05	0,70	0,50	0,45	0,37	0,45	11,80	2,29	
15	3,32	0,88	0,85	0,70	1,01	0,70	0,50	0,45	0,37	0,42	8,68	2,17	
16	2,79	3,60	0,81	0,77	1,01	0,66	0,50	0,45	0,34	0,42	6,54	2,06	
17	2,66	3,05	0,81	0,73	0,97	0,63	0,50	0,48	0,34	0,39	5,15	1,95	
18	2,41	2,41	0,81	0,70	0,92	0,63	0,53	0,48	0,34	0,39	3,74	1,84	
19	2,29	2,06	0,85	0,70	0,88	0,66	0,50	0,48	0,34	0,39	3,05	1,73	
20	2,06	1,73	0,81	0,70	0,85	0,63	0,50	0,48	0,34	0,39	2,66	6,36	
21	1,95	1,63	0,81	1,14	0,85	0,63	0,50	0,48	0,37	0,39	2,41	11,30	
22	1,73	1,43	0,77	4,34	0,81	0,63	0,50	0,48	0,37	0,39	2,29	10,40	
23	1,63	1,28	0,77	5,48	0,81	0,60	0,50	0,48	0,37	0,39	5,48	8,28	
24	1,52	1,23	0,81	3,74	0,77	0,60	0,50	0,48	0,37	0,39	7,49	6,73	
25	1,43	1,18	0,81	2,92	0,77	0,60	0,48	0,45	0,37	0,42	5,48	5,65	
26	1,43	1,14	0,77	2,53	0,77	0,57	0,48	0,45	0,39	0,39	3,89	4,34	
27	1,28	1,23	0,77	2,17	0,77	0,60	0,50	0,45	0,39	0,39	3,32	7,29	
28	1,28	1,33	0,77	3,46	0,73	0,57	0,48	0,45	0,42	0,50	3,18	11,80	
29	1,23		0,77	4,50	0,73	0,60	0,48	0,48	0,39	0,45	3,05	8,89	
30	1,18		0,77	3,74	0,70	0,57	0,48	0,48	0,39	0,42	2,92	6,73	
31	1,18		0,77		0,77		0,48	0,48		0,42		5,48	
DATUM													
MIN	1,18	0,884	0,769	0,663	0,697	0,565	0,475	0,447	0,344	0,368	0,393	1,73	
PROSJEK	3,1	1,3	0,9	1,6	1,2	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	3,8	5,0	
MAX	6,36	3,6	1,23	5,48	3,32	0,924	0,565	0,504	0,447	0,504	11,8	11,8	
DATUM													
2011													
		MIN				PROSJEK					MAX		
		0,344				1,6					11,8		
		07.09.1997.									14.11.1997.		

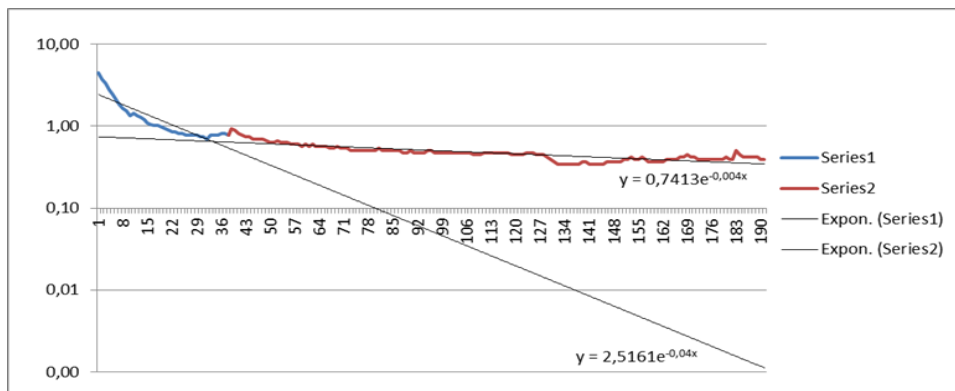




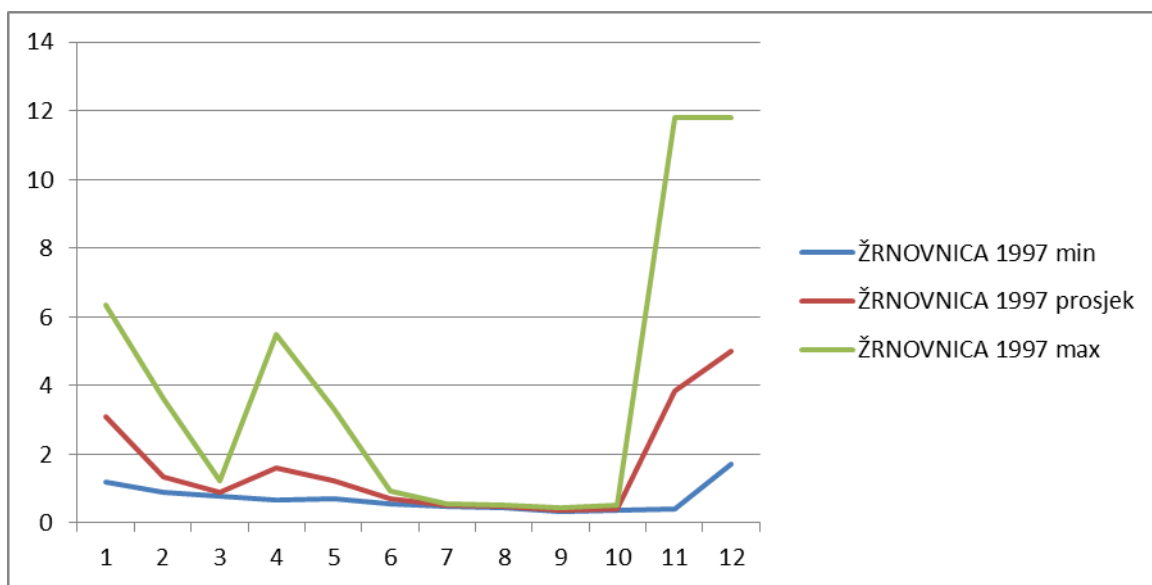
**Slika 37** Hidrogram otjecanja rijeke Žrnovnica za 1997.godinu



**Slika 38** Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Žrnovnice za 1997.godinu

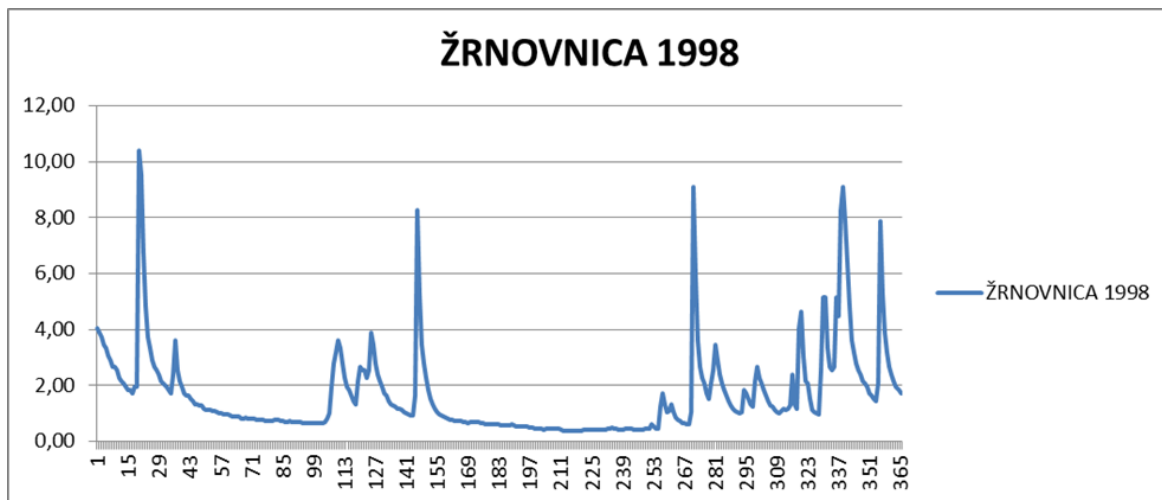


Slika 39 Recesija rijeke Žrnovnica za 1997.godinu

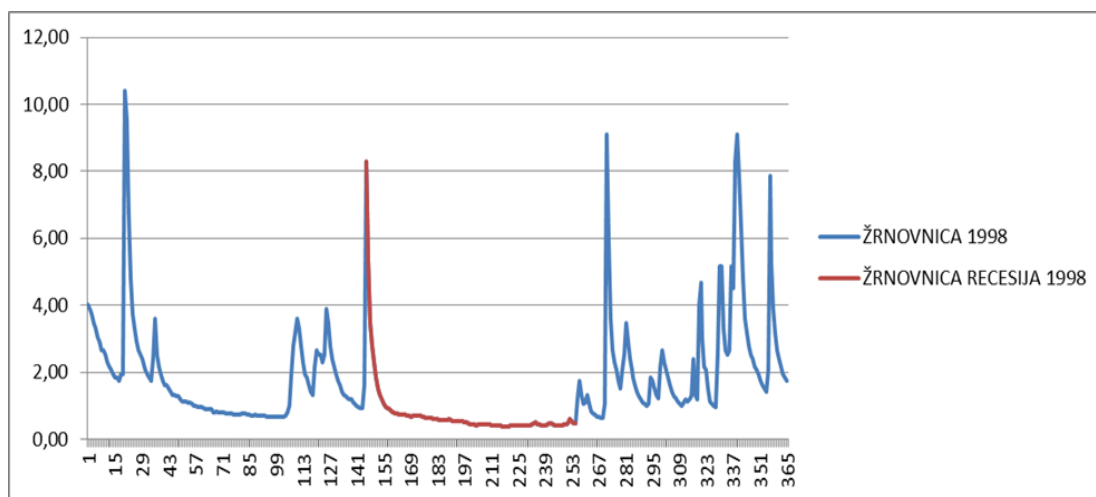


Slika 40 Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Žrnovnica 1997.god.

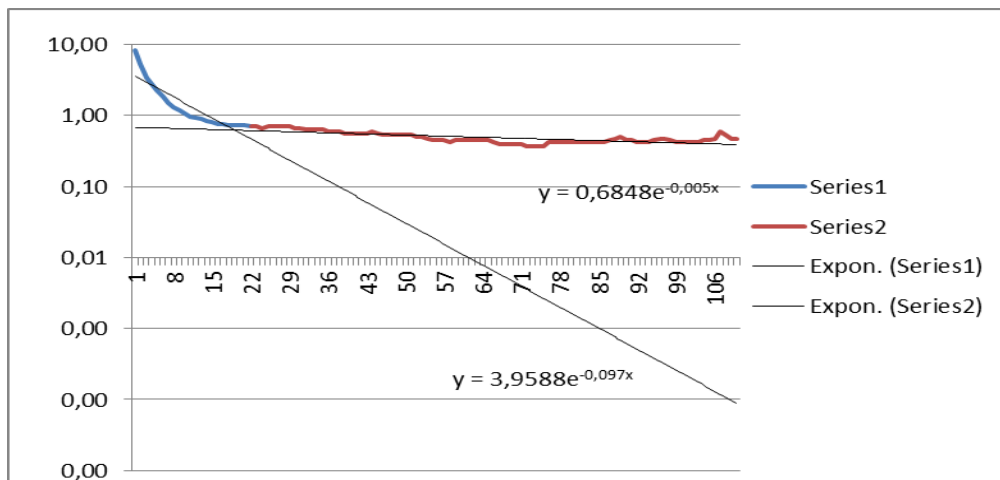
ŽRNOVNICA 1998													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	4,04	1,95	0,97	0,70	2,53	1,52	0,60	0,39	0,42	2,66	1,43	2,66	
2	3,89	1,84	0,92	0,70	2,53	1,33	0,60	0,39	0,42	2,29	1,28	5,15	
3	3,74	1,73	0,88	0,70	2,29	1,18	0,57	0,39	0,42	2,06	1,23	4,50	
4	3,46	2,41	0,88	0,66	2,53	1,05	0,57	0,39	0,42	1,73	1,14	8,28	
5	3,32	3,60	0,88	0,66	3,89	0,97	0,57	0,37	0,42	1,52	1,05	9,10	
6	3,05	2,53	0,88	0,66	3,46	0,92	0,57	0,37	0,45	2,06	1,01	7,88	
7	2,92	2,17	0,81	0,66	2,79	0,88	0,57	0,37	0,45	2,53	1,09	6,36	
8	2,66	1,95	0,81	0,66	2,41	0,85	0,60	0,37	0,48	3,46	1,18	4,82	
9	2,66	1,73	0,85	0,66	2,17	0,81	0,57	0,42	0,60	2,92	1,14	3,60	
10	2,53	1,63	0,81	0,66	1,95	0,77	0,53	0,42	0,53	2,41	1,18	3,18	
11	2,29	1,63	0,81	0,66	1,73	0,77	0,53	0,42	0,48	2,06	1,28	2,79	
12	2,17	1,52	0,81	0,66	1,63	0,73	0,53	0,42	0,48	1,84	2,41	2,53	
13	2,06	1,43	0,81	0,66	1,43	0,73	0,53	0,42	1,23	1,63	1,33	2,41	
14	1,95	1,33	0,77	0,70	1,33	0,73	0,53	0,42	1,73	1,43	1,18	2,17	
15	1,84	1,33	0,77	0,81	1,28	0,73	0,53	0,42	1,33	1,28	4,04	2,06	
16	1,84	1,28	0,77	1,01	1,23	0,70	0,50	0,42	1,05	1,18	4,66	1,95	
17	1,73	1,28	0,77	1,95	1,18	0,70	0,50	0,42	1,09	1,09	3,05	1,73	
18	1,95	1,18	0,73	2,79	1,18	0,66	0,48	0,42	1,33	1,05	2,17	1,63	
19	1,95	1,14	0,73	3,18	1,14	0,70	0,45	0,42	1,05	1,01	2,06	1,52	
20	10,40	1,14	0,73	3,60	1,05	0,70	0,45	0,45	0,85	1,05	1,52	1,43	
21	9,52	1,14	0,73	3,32	1,01	0,70	0,45	0,48	0,77	1,84	1,14	2,06	
22	6,73	1,09	0,77	2,79	0,97	0,70	0,42	0,50	0,73	1,73	1,05	7,88	
23	4,82	1,09	0,77	2,29	0,92	0,70	0,45	0,45	0,66	1,52	1,01	5,31	
24	3,74	1,05	0,77	1,95	0,92	0,66	0,45	0,45	0,66	1,33	0,97	3,89	
25	3,32	1,01	0,73	1,84	1,63	0,66	0,45	0,42	0,63	1,23	2,53	3,18	
26	2,92	1,01	0,73	1,63	8,28	0,63	0,45	0,42	0,63	2,17	5,15	2,66	
27	2,66	0,97	0,70	1,43	5,31	0,63	0,45	0,42	1,05	2,66	5,15	2,41	
28	2,53	0,97	0,70	1,33	3,46	0,63	0,45	0,45	9,10	2,29	3,32	2,17	
29	2,41		0,73	2,17	2,79	0,63	0,45	0,48	6,00	2,06	2,66	1,95	
30	2,17		0,70	2,66	2,29	0,60	0,42	0,48	3,60	1,84	2,53	1,84	
31	2,06		0,70		1,84		0,39	0,45		1,63		1,73	
DATUM													
MIN	1,73	0,965	0,697	0,663	0,924	0,597	0,393	0,368	0,42	1,01	0,965	1,43	
PROSJEK	3,3	1,5	0,8	1,5	2,2	0,8	0,5	0,4	1,3	1,9	2,0	3,6	
MAX	10,4	3,6	0,965	3,6	8,28	1,52	0,597	0,504	9,1	3,46	5,15	9,1	
DATUM													
2011													
	MIN					PROSJEK					MAX		
		0,368				1,7					10,4		
		05.08.1998.									20.1.1998.		



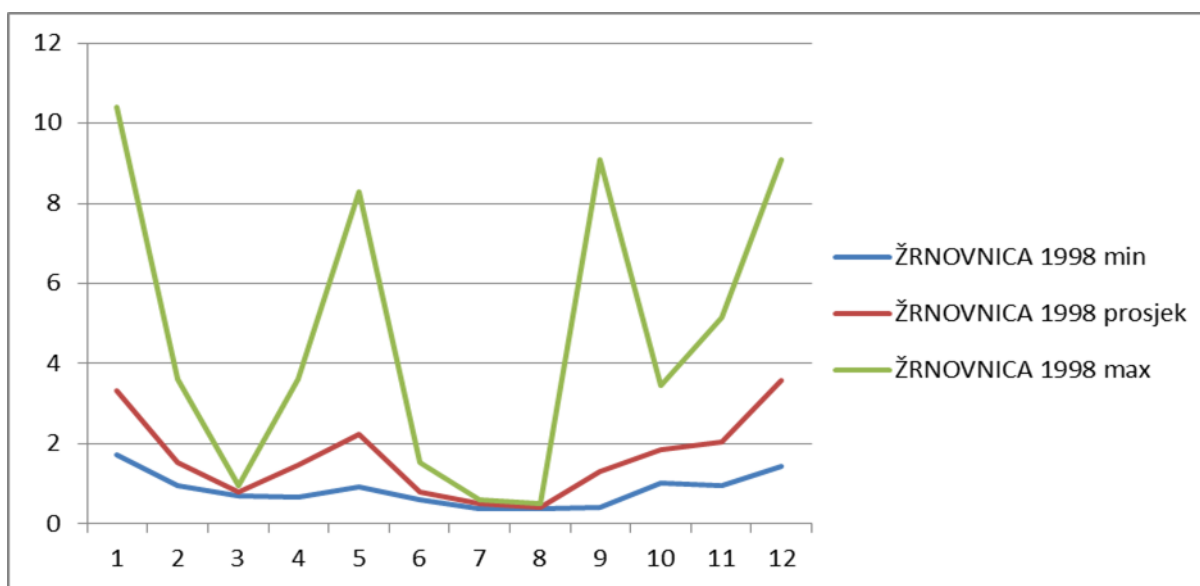
**Slika 41** Hidrogram otjecanja rijeke Žrnovnica za 1998.godine



**Slika 42** Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Žrnovnica za 1998.godinu

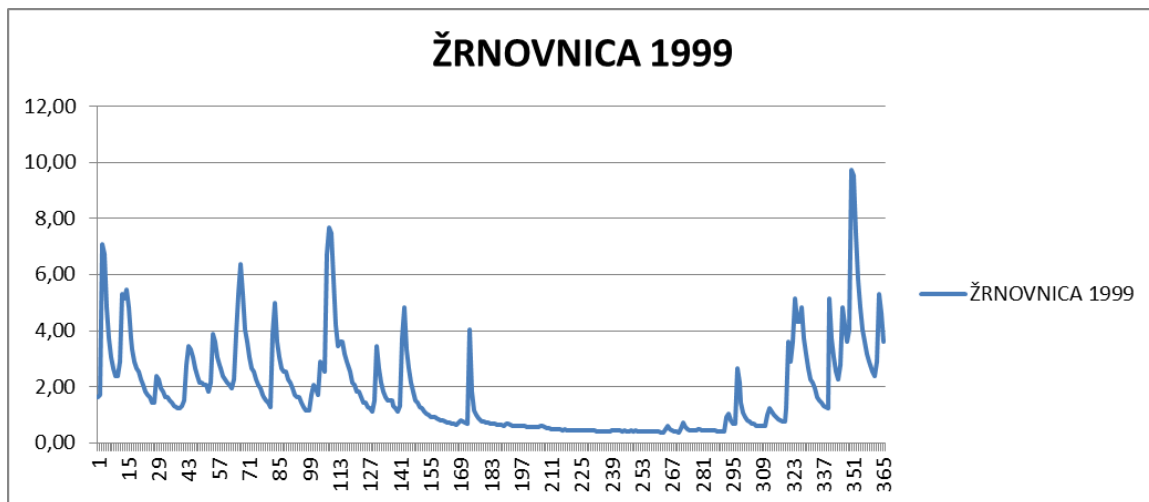


**Slika 43** Recesija rijeke Žrnovnica za 1998.godinu

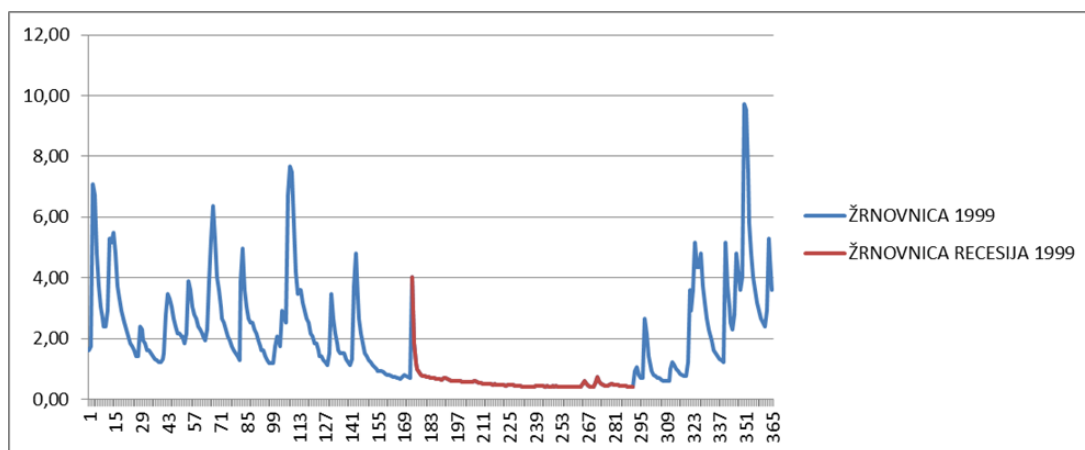


**Slika 44** Prikaz minimalnih, prosječnih i maksimalnih protoka rijeke Žrnovnica 1998.god.

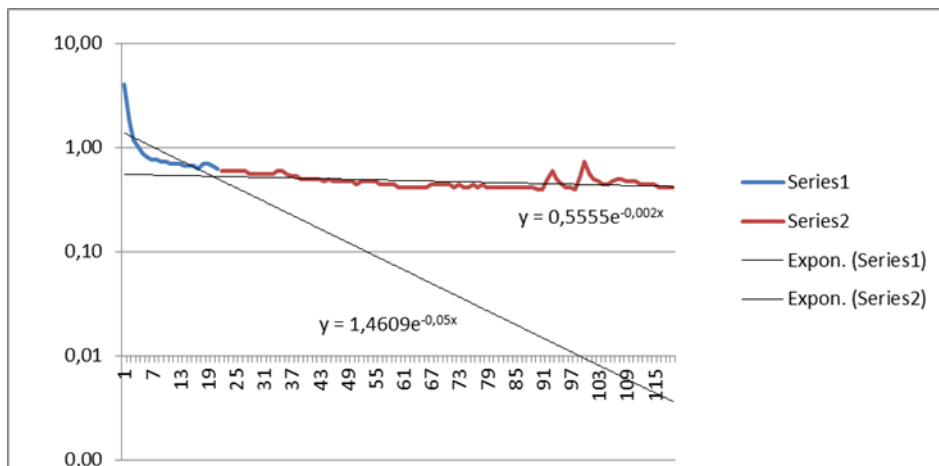
ŽRNOVNICA 1999													
DATUM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	1,63	1,63	2,29	1,95	1,84	1,14	0,73	0,50	0,42	0,50	0,70	1,52	
2	1,73	1,63	2,17	1,73	1,84	1,05	0,70	0,50	0,45	0,48	0,63	1,43	
3	7,10	1,52	2,06	1,63	1,63	1,01	0,70	0,50	0,42	0,45	0,60	1,33	
4	6,73	1,43	1,95	1,63	1,43	0,92	0,70	0,48	0,42	0,45	0,60	1,28	
5	4,82	1,33	2,29	1,43	1,43	0,92	0,66	0,50	0,45	0,48	0,60	1,23	
6	3,74	1,28	3,89	1,28	1,28	0,92	0,66	0,48	0,42	0,50	0,60	5,15	
7	3,05	1,23	5,31	1,18	1,23	0,88	0,66	0,48	0,45	0,50	1,01	3,74	
8	2,66	1,23	6,36	1,18	1,14	0,85	0,63	0,48	0,42	0,48	1,23	3,05	
9	2,41	1,33	5,31	1,18	1,52	0,81	0,70	0,48	0,42	0,48	1,14	2,53	
10	2,41	1,52	4,04	1,73	3,46	0,81	0,70	0,48	0,42	0,48	1,01	2,29	
11	2,92	2,79	3,60	2,06	2,66	0,77	0,66	0,45	0,42	0,45	0,92	2,79	
12	5,31	3,46	3,05	1,95	2,17	0,73	0,63	0,48	0,42	0,45	0,85	4,82	
13	5,15	3,32	2,66	1,73	1,84	0,73	0,60	0,48	0,42	0,45	0,81	4,19	
14	5,48	3,05	2,53	2,92	1,63	0,70	0,60	0,48	0,42	0,45	0,77	3,60	
15	4,82	2,66	2,29	2,79	1,52	0,70	0,60	0,48	0,42	0,42	0,77	4,04	
16	3,74	2,41	2,06	2,53	1,52	0,66	0,60	0,45	0,42	0,42	1,23	9,74	
17	3,32	2,17	1,95	6,73	1,52	0,73	0,60	0,45	0,42	0,42	3,60	9,52	
18	2,92	2,17	1,73	7,68	1,33	0,81	0,60	0,45	0,42	0,42	2,92	7,49	
19	2,66	2,06	1,63	7,49	1,23	0,77	0,57	0,45	0,39	0,92	3,60	5,83	
20	2,53	2,06	1,52	5,83	1,14	0,73	0,57	0,42	0,39	1,05	5,15	4,82	
21	2,29	1,84	1,43	4,19	1,33	0,70	0,57	0,42	0,50	0,81	4,34	4,04	
22	2,06	2,17	1,28	3,46	3,74	4,04	0,57	0,42	0,60	0,70	4,34	3,60	
23	1,84	3,89	3,89	3,60	4,82	1,84	0,57	0,42	0,50	0,70	4,82	3,18	
24	1,73	3,60	4,98	3,60	3,32	1,18	0,57	0,42	0,45	2,66	3,74	2,92	
25	1,63	3,05	3,60	3,18	2,66	1,01	0,60	0,42	0,42	2,17	3,18	2,66	
26	1,43	2,79	3,05	2,92	2,17	0,88	0,60	0,42	0,42	1,43	2,66	2,53	
27	1,43	2,66	2,66	2,66	1,84	0,81	0,57	0,45	0,39	1,09	2,29	2,41	
28	2,41	2,41	2,53	2,53	1,52	0,77	0,53	0,45	0,53	0,92	2,17	2,92	
29	2,29		2,53	2,17	1,43	0,77	0,53	0,45	0,73	0,81	1,95	5,31	
30	1,95		2,29	2,06	1,28	0,73	0,50	0,45	0,57	0,77	1,63	4,66	
31	1,84		2,17		1,23		0,50	0,45		0,70		3,60	
DATUM													
MIN	1,43	1,23	1,28	1,18	1,14	0,663	0,504	0,42	0,393	0,42	0,597	1,23	
PROSJEK	3,1	2,2	2,9	2,9	1,9	1,0	0,6	0,5	0,5	0,7	2,0	3,8	
MAX	7,1	3,89	6,36	7,68	4,82	4,04	0,733	0,504	0,733	2,66	5,15	9,74	
DATUM													
2011													
	MIN					PROSJEK					MAX		
	0,393					1,8					9,74		
	19.09.1999.										16.12.1999.		



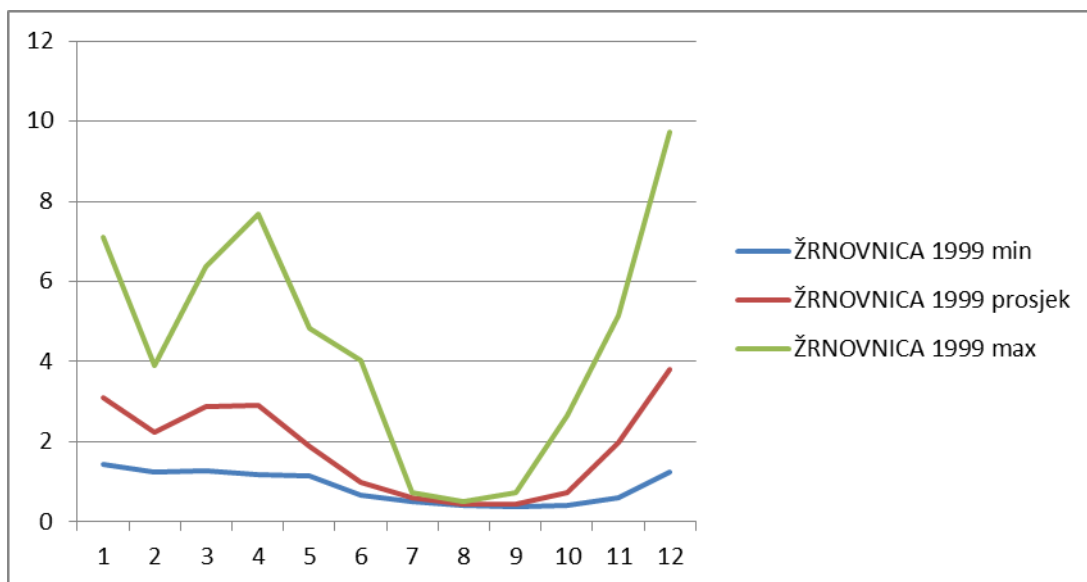
**Slika 45** Hidrogram otjecanja rijeke Žrnovnica za 1999.godinu



**Slika 46** Prikaz recesije na hidrogramu otjecanja rijeke Žrnovnica za 1999.godinu



Slika 47 Recesija rijeke Žrnovnica za 1999.godinu



Slika 48 Prikaz minimalnih, prosječnih, maksimalnih protoka rijeke Žrnovnica 1999.god.



## USPOREDBA KOEFICIJENTA RECESIJE JADRO I ŽRNOVNICE

 $\alpha_1$ 

GODINA	$\alpha_{JADRO}$	$\alpha_{\check{Z}RNOVNICA}$
1995	0,01	0,009
1996	0,006	0,006
1997	0,003	0,004
1998	0,003	0,005
1999	0,005	0,002

 $\alpha_2$ 

GODINA	$\alpha_{JADRO}$	$\alpha_{\check{Z}RNOVNICA}$
1995	/	/
1996	/	0,045
1997	0,047	0,04
1998	0,042	0,097
1999	0,027	0,05

## ZAKLJUČAK

Analizom recesijskih krivulja dviju Hrvatskih rijeka Jadro i Žrnovnice utvrđeno je da se recesija javlja u razdoblju od lipnja do rujna kada je i potreba za vodom najveća.

Rijeka Jadro u razdoblju od 1995. godine do 1999. godine ima minimalni protok tri puta u kolovozu, a dva puta u rujnu. Najmanji protok u tom razdoblju iznosa  $Q=3,72 \text{ m}^3/\text{s}$  se javlja 07.08.1995. godine. Maksimalni protok u razdoblju od 1995. godine do 1999. godine se javlja tri puta u prosincu, jednom u studenom i jednom u siječnju. Najveći protok u tom razdoblju iznosa  $Q=64,66 \text{ m}^3/\text{s}$  se javlja 14.11.1997. godine. Rijeka Jadro ima veće protoke od rijeke Žrnovnice.

Rijeka Žrnovnica u razdoblju od 1994. godine do 1999. godine ima minimalni protok četiri puta u kolovozu, a dva puta u rujnu. Najmanji protok u tom razdoblju iznosa  $Q=0,344 \text{ m}^3/\text{s}$  se javlja 07.09.1997. godine. Maksimalni protok u razdoblju od 1994. godine do 1999. godine se javlja dva puta u prosincu, dva puta u siječnju, jednom u studenom i jednom u veljači. Najveći protok u tom razdoblju iznosa  $Q=11,8 \text{ m}^3/\text{s}$  se javlja 14.11.1997. godine. Iste godine se javlja i najmanji i najveći protok za razdoblje koje promatramo.

Zanimljivo je da se maksimalni protoci, za razdoblje koje promatramo, i Jadra i Žrnovnice javljaju na isti dan tj. 14.11.1997. godine.

Za sam kraj možemo prokomentirati kako su recesijska razdoblja obe rijeke izražena. Razlika između maksimalnih i minimalnih protoka je velika, a nedostatak padalina bitno utječe na iznos protoka.

## **Literatura**

- 1) Joan Estrany, Celso Garcia, Ricardo Alberich, Streamflow dynamics in a Mediterranean temporary river, Hydrological Science Journal, 05.06.2010.godine

[1] Ime i prezime autora, naziv knjige, izdavač, godina