

# Krivulja trajanja protoka i učestalosti

---

**Kordić, Nino**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*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:123:562815>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-19**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Split, 2018.**

**Nino Kordić**

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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Tema: Krivulja trajanja protoka i učestalosti**

**Split, 2018.**

---

**Nino Kordić**

## Sažetak:

U ovom završnom radu na temelju izmjerenih vrijednosti dnevnih protoka rijeke Cetine na stanici Han u vremenskom razdoblju od 1967. do 1977. godine izvršena je hidrološka analiza odnosno izrada histograma učestalosti i krivulje trajanja.

## **Flow duration curve and frequency**

### Abstract:

In this study on the basis of the measured values of daily river flows Cetina the station Han, during the period from 1967 to 1977 was performed hydrological analysis and production frequency curve and flow duration curve.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ:PREDDIPLOMSKI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KATEDRA: Katedra za Hidrologiju**

**KOLEGIJ: HIDROLOGIJA**

**KANDIDAT: Nino Kordić**

**BROJ INDEKSA: 4330**

### **Zadatak za završni rad**

Tema: Krivulja trajanja protoka i učestalosti

Opis zadatka: Na temelju izmjerenih vrijednosti dnevnih protoka rijeke Cetine (postaja Han) u razdoblju od 10 kalendarskih godina (od 1967. do 1977.) potrebno je izraditi histograme učestalosti i krivulje trajanja.

**Mentorica:**

Prof.dr.sc. Vesna Denić - Jukić

## Sadržaj

1. Uvod .....	2
2. PROCESI OTJECANJA.....	3
2.1 Nivogram .....	4
2.2 HIDROGRAM.....	5
3. KRIVULJA TRAJANJA PROTOKA.....	6
4. KRIVULJA UČESTALOSTI.....	9
5. Osnovni podaci rijeci Cetini i slivnom području .....	10
6. ZADATAK.....	14
7. ZAKLJUČAK.....	43
8. LITERATURA.....	44

# 1. Uvod

Osnovni i nužni sastojak svih živih bića je voda. Znanstveno je utvrđeno da se živa bića najvećim dijelom sastoje od vode, te da ona čini 75% ukupne Zemljine površine. Voda u prirodi ima tendenciju stalnog kruženja, pod utjecajem Sunčeva zračenja voda sa površine zemlje, prelazi iz tekućeg u plinovito stanje, neprekidno se isparuje u atmosferu, gdje se kondenzira (stvarajući kišne ili snježne oblake u atmosferi) i u obliku oborina (kiša, snijeg, tuča, rosa, inje i magla) vraća na Zemlju, prenoseći tako velike količine vode na kontinente, i to zovemo globalni hidrološki ciklus, pa u mnogo faktora utječe na klimu.



Slika 1. : Hidrološki ciklus [9]

Hidrološki ciklus najjednostavnije možemo protumačiti kao ciklus (slika 1) u kojem pod djelovanjem sunčeve toplinske energije voda isparava sa svih kopnenih i vodenih površina. Voda u obliku pare se diže u Zemljinu atmosferu gdje se kondenziraju i padaju na zemlju, čime započinje novi ciklus kretanja voda. Pri takvom kretanju vode, količina vode na Zemlji je stalna.

Najjednostavnija podjela vode jest podjela na slatke (približno 4% na Zemlji) i slane. Većina je voda na Zemlji slana (mora, oceani). Također imamo podjelu vode na tekućice (rijeke) i stajaćice (npr. jezera, bare, močvare). Ledenjaci su posebna kategorija gdje je voda u krutom obliku.

Rasprostranjenost vode prema volumnom udjelu:

morska voda.....	96,652%
polarni led i ledenjaci.....	1,702%
podzemna voda.....	1,631%
površinska voda (jezera i rijeke).....	0,013%
voda u tlu.....	0,001%
voda u atmosferi.....	0,001%

[10]

Usprkos činjenici da voda nema hranjivih tvari ona je nezamjenjiva za ljude i sva druga živa bića. Problem globalnih razmjera je kako omogućiti pristup čistoj i pitkoj vodi. Iako okruženi njom, ponekad je to težak zadatak za odraditi. Danas je situacija po tom pitanju znatno bolja nego prije par desetaka godina, međutim još uvijek oko 1 milijarda ljudi nema pristup čistoj vodi, a preko 2,5 milijarde nema pristup adekvatnom načinu zbrinjavanja otpadnih voda. Postoji jasna povezanost između pristupa čistoj vodi i bruto domaćem proizvodu po glavi stanovnika. Međutim, neki istraživači su procijenili da bi do 2025. više od polovine svjetskog stanovništva moglo biti suočeno sa problemima u vezi s vodom.

## **2. PROCESI OTJECANJA**

Od iznimne je važnosti poznavati čimbenike koji imaju utjecaj na glavne hidrološke parametre, poput podataka o oborinama, infiltraciji, transpiraciji, vlazi u zemljištu itd.

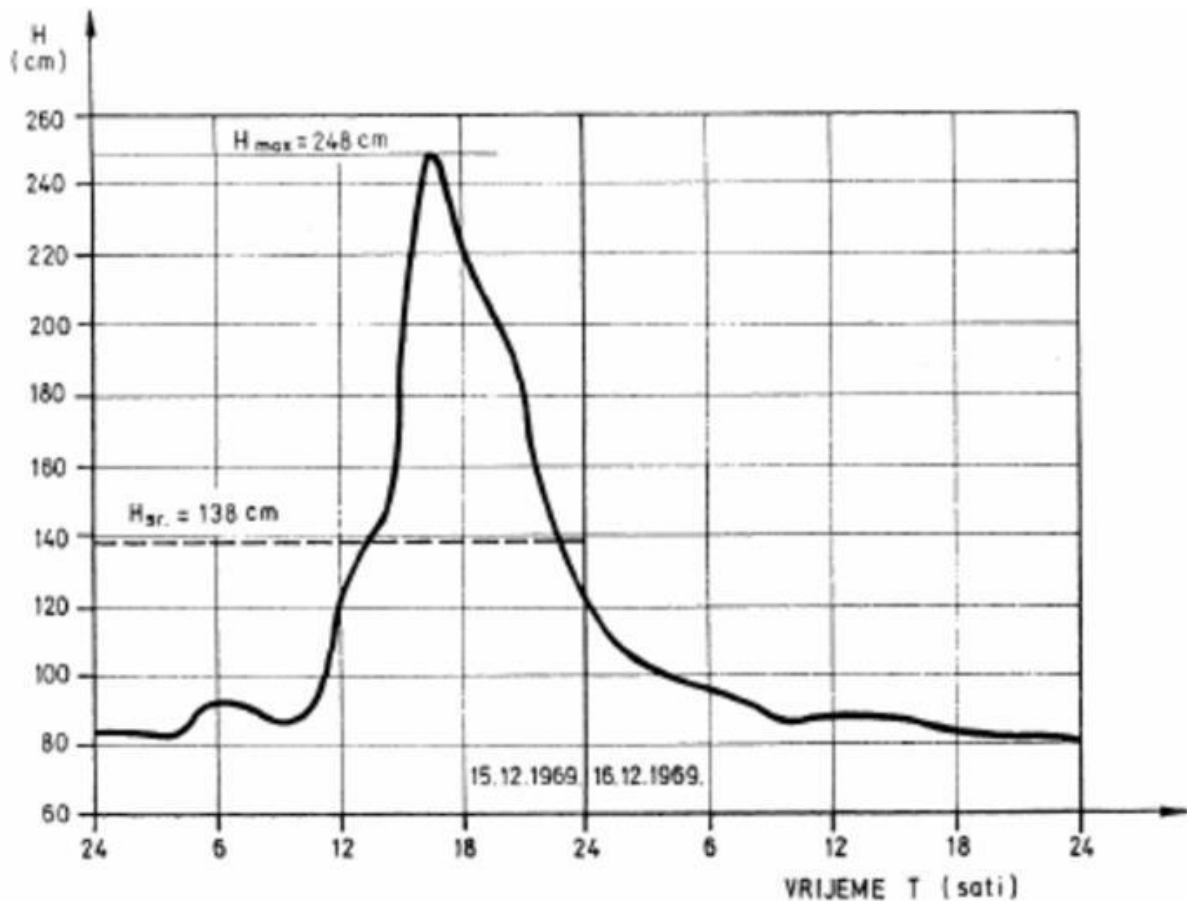
Nivogrami i hidrogrami nam ponajbolje prikazuju procese otjecanja, te nam promjene tečenja prikazuju kronološkim redom.



## 2.1 Nivogram

Nivogram ili hod je grafikon koji nam prikazuje vodostaje u ovisnosti o vremenu. Nivogramom se također smatra neprekidno bilježenje vodostaja zapisano posebnim uređajem za bilježenje razina vode ili podizanje (elevaciju) slobodnoga vodenog objekta u odnosu na postavljenu razinu.

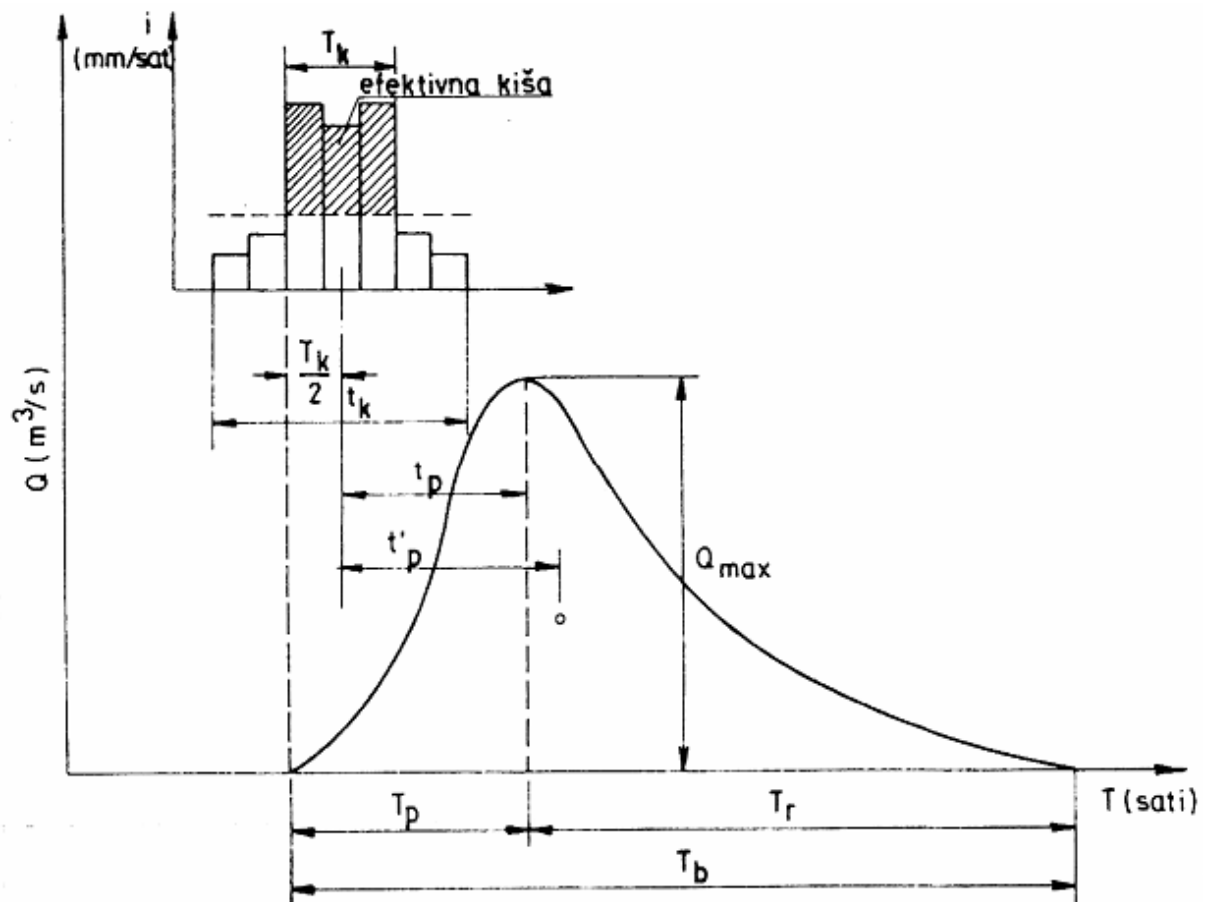
Čitanje vodostaja s vodokaza prikazuje se kao srednji dnevni vodostaj. Kada je bilježenje vodostaja na limnigrafu neprekidno, nakon obrade limnigrafskih traka definira se srednje dnevne vodostaje i nivogram se crta u obliku srednjih dnevnih vodostaja. Neprekinuti zabilježeni vodostaji na limnigrafskoj traci nazivaju se limnigram. Kada se za grafički prikaz usvoji neprekinute vodostaje, dobije se neprekinuti ili kontinuirani nivogram.



Slika 2: Nivogram velikoga vodnoga vala [1]

## 2.2 HIDROGRAM

Hidrogram ili hod protoka je grafički prikaz protoka vode u ovisnosti o vremenu, a dobije se kada se iz zabilježenih vodostaja preko protočne krivulje odrede odgovarajući protoci vode. Na temelju hidrograma određuju se krivulja učestalosti protoka i krivulja trajanja protoka.



Slika 3: hidrogram (1)

Hidrogram :  $t_k$  je trajanje kiše;  $T_k$  trajanje efektivne kiše;  $t_p$  vrijeme zakašnjenja;  $Q_{max}$  vršni (maksimalni) protok;  $T_b$  vremenska baza hidrograma;  $T_p$  vrijeme podizanja hidrograma;  $T_r$  vrijeme recesije (opadanja) hidrograma (u nekima se slučajevima za vrijeme zakašnjenja uzima razmak od težišta hijetograma do težišta hidrograma  $t'_p$ )

Osnovni elementi hidrograma su uspon, kruna i recesija (opadanje). Oblik hidrograma ovisi o trajanju kiše, području sliva zahvaćena kišom, promjenljivosti intenziteta kiše i obliku sliva.

Vremenska baza hidrograma  $T_b$  određena je vremenom od početka porasta hidrograma do vremena kada je površinsko otjecanje gotovo jednako nuli. Izravni se dotok hidrograma sastoji iz površinskoga dotoka vode sa sliva i znatno manjega dotoka iz oborine koja padne izravno na površinu vode u vodotoku te brzoga potpovršinskog dotoka. Ta se, često razmjerno mala komponenta hidrograma, redovito ne uzima u obzir zasebno, nego se podrazumijeva da je ona sadržana u površinskome dotoku.

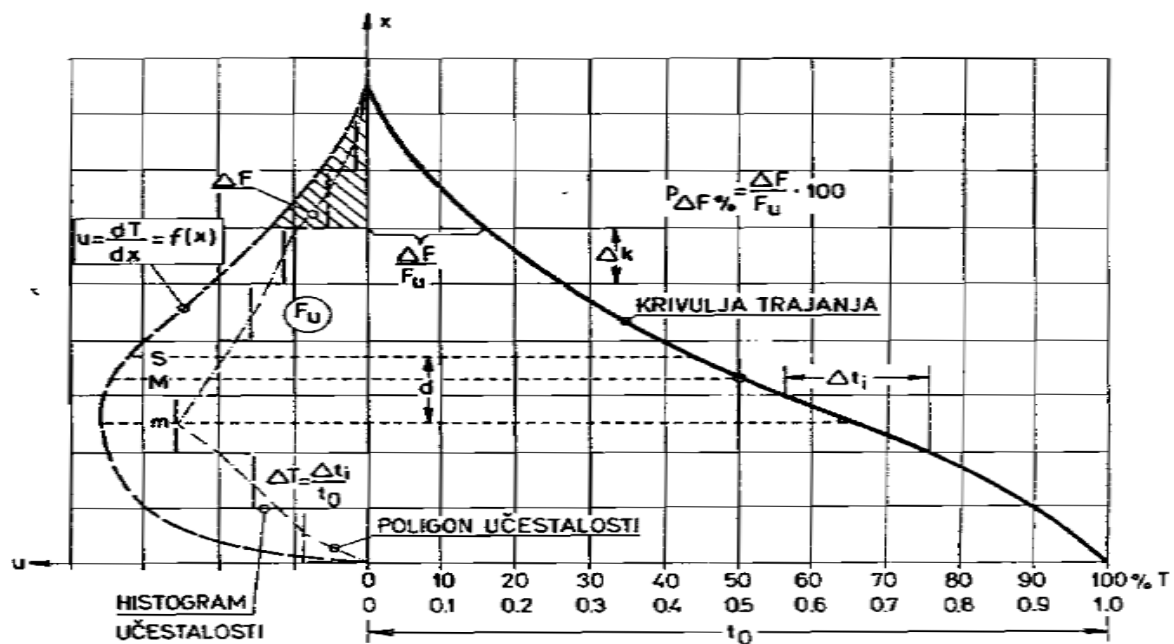
Bazni se dotok sastoji iz podzemnoga i sporog potpovršinskog dotoka i njih se u većini slučajeva razmatra zajedno. Prema tome, postupkom razdvajanja ili separacije hidrogram se gotovo uvijek dijeli na dva glavna dijela – na bazni i na izravni dotok. Kada nema površinskoga dotoka iz oborina, vodotok se napaja vodom iz podzemlja, tada postoji samo bazni dotok, a dok nema novih oborina hidrogram je redovito neprekidno u opadanju.

Oborine koje padnu na sliv uzrokuju porast ordinata hidrograma, a ordinate hidrograma predstavljaju bazni i izravni dotok zajedno. Kada hidrogram predstavlja bazni i izravni dotok, osnovni problem postaje definiranje vremena trajanja izravnoga dotoka i razdvajanje baznoga od izravnoga dotoka. Za male su slivove najčešće zanimljivi hidrogrami od izravnoga (površinskog) dotoka – koji kod određivanja mjerodavnih hidrograma velikih voda redovito ima dominantan utjecaj u odnosu na bazni dotok. [1]

### **3. KRIVULJA TRAJANJA PROTOKA**

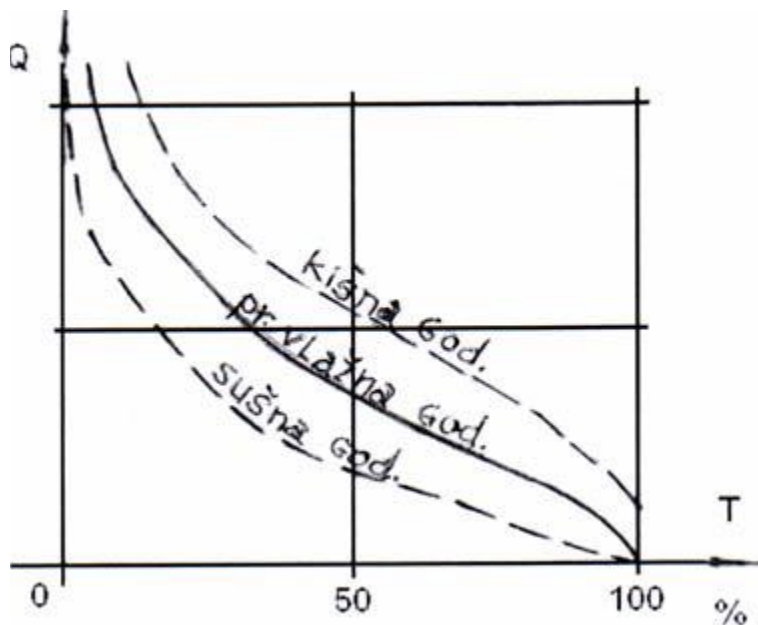
Općenito, krivulja trajanja jest krivulja koja pokazuje postotak vremena ili broj dana u godini, tijekom kojih je vodostaj ili protok jednak danim količinama ili veći od njih bez obzira na kronološki slijed (kronologiju).

Za konstrukciju krivulje trajanja polazi se od zbrojne ili kumulativne učestalosti neke vrijednosti. Ona predstavlja zbroj učestalosti svih vrijednosti manjih ili jednakih toj vrijednosti ili obrnuto. Kumulativna učestalost predstavlja trajnost i grafički se prikazuje krivuljom trajanja. Krivulja trajanja protoka, zajedno s hijetogramom, nivogramom, hidrogramom, krivuljom trajanja vodostaja i krivuljama učestalosti vodostaja i protoka, pripada osnovnim grafičkim prikazima u hidrologiji.



Slika 4.: Prikaz krivulja učestalosti i trajanja [2]

U hidrotehniku su krivulje trajanja uveli američki inženjeri C. Herschel i J. R. Freeman u razdoblju od 1880. do 1890.. Krivulja trajanja protoka, posebice u hidroenergetici, jedna je od najvažnijih hidroloških podloga jer predstavlja osnovu za definiranje krivulje snaga-trajanje (power-duration curve) na temelju koje se određuje moguća snaga vodotoka . Međutim, redovito su s iznimkom V. Jevđevića u stručnoj literaturi one vrlo sažeto, a često i samo djelomično obrađene. Neki autori navode određene mane krivulja trajanja protoka kao hidroloških podloga. Primjerice, upozorava se na nerealne rezultate, ako je razdoblje obrade hidroloških podataka (protoka) kratko (godinu dana ili nekoliko godina) , ili se upozorava da krivulje trajanja ne prikazuju dotoke u prirodnom redosljedu



Slika 5: Teorijske krivulje trajanja protoka za vlažnu, približno vlažnu (prosječnu) i sušnu godinu [2]

Krivulju trajanja protoka iz prekratkoga razdoblja raspoloživih podataka moguće je jednostavnim postupkom svesti na oblik kojim se realno prikazuje krivulja koja bi vrijedila za dugo razdoblje .

S druge strane, stvarnu sliku dotoka u prirodnome slijedu daje hidrogram, ali je pritom dano upozorenje svakako dobro imati na umu. Nadalje, kod detaljnih analiza raspoloživih dotokaza upotrebu, uz prosječnu krivulju trajanja protoka, važni su pokazatelji i krivulje trajanja protoka za pojedine karakteristične godine iz razmatranoga razdoblja: vlažnu, približno srednju i sušnu godinu. U takvim se slučajevima u literaturi preporučuje broj godina neprekidnih motrenja i mjerenja hidroloških veličina najmanje 25 ,a još bolje 30 .

Teorijski se krivulje trajanja za karakteristične godine redovito prikazuju kao na slici ,ali u praksi, njihovi su oblici često bitno drugačiji.

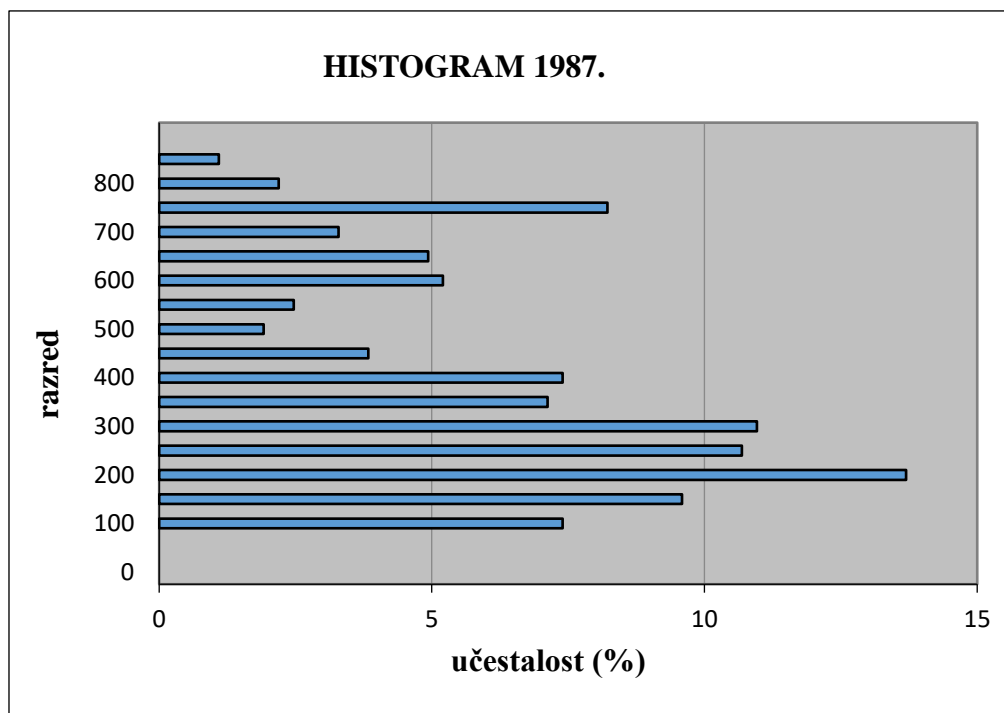
Krivulje trajanja protoka – grafički prikazi protoka (najčešće srednjih dnevnih) u određenom razdoblju poredanih po veličini – osim što predstavljaju važnu podlogu pri razmatranju raspoloživih količina vode u nekom hidrološkom profilu, mogu poslužiti za zaključke o određenim značajkama vodnoga režima vodotoka.

Krivulje trajanja protoka, definirane na osnovi podataka i višegodišnjega razdoblja, a svedene na jednu godinu (100 posto trajanja), zorno pokazuju prosječnu raspodjelu raspoloživih dotoka. Na toj osnovi mogu se izvesti zaključci o iskoristivosti raspoloživih vodnih količina u odabranom profilu. [2]

Oblici različitih krivulja trajanja mogu imat znatne razlike u svom obliku, a to ispituje na temelju njihovih grafičkih prikaza, prilikom čega se njihove ordinate prikazu kao protoci u modulnim koeficijentima. Ukoliko imamo slične oblike krivulje trajanja odnosno modulne koeficijente, možemo definirati krivulju trajanja protoka interpolacijom tih dvaju profila.

## 4. KRIVULJA UČESTALOSTI

Učestalost ili frekvencija je broj pojavljivanja neke diskretne varijable u promatranom vremenskom razdoblju, odnosno ona nam pokazuje koliko se puta navedena diskretna varijabla pojavila. Grafički prikaz učestalosti i diskretne varijable u koordinatnom sustavu zove se raspodjela učestalosti ili histogram.



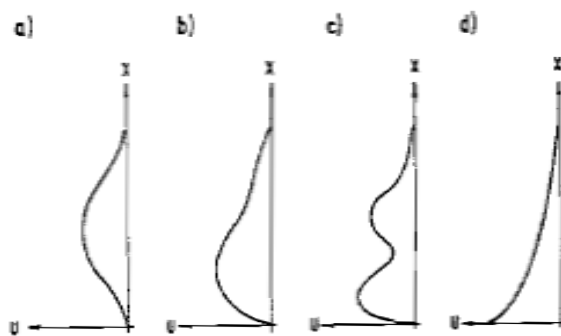
Slika 6: Primjer histograma

Kao karakteristične točke krivulja trajanja i učestalosti bilježimo:

- centar – aritmetička sredina svih obrađivanih veličina promatranog razdoblja,
- medijana – veličina koja odgovara 50% trajanju (ukupne učestalosti)
- modus – najučestalija veličina krivulje učestalosti (na krivulji trajanja odgovara točki infleksije). [3]

Učestalosti pojavljivanja mogu se aproksimirati nekom neprekidnom krivuljom koja se naziva krivulja učestalosti. Krivulje učestalosti mogu se pojaviti u različitim oblicima, a četiri osnovna oblika prikazana su na slici 7.

1994.)



Slika 7. Osnovni oblici krivulja učestalosti: a) simetričan ili normalan oblik; b) asimetričan oblik s jakim maksimumom; c) asimetričan oblik s dvama maksimumima; d) jednostran oblik [1]

U analizama pojava u prirodi uglavnom se koriste asimetrične krivulje učestalosti. Jednostran oblik krivulje učestalosti (d) koristi se u opisima vodotoka koji presušuju, pa je taj oblik čest u kršu. Krivulja učestalosti je empirijska funkcija koja predstavlja broj ili postotak pojava nekog hidrološkog procesa u određenom klasnom intervalu. [1]

## 5. Osnovni podaci rijeci Cetini i slivnom području

Cetina je rijeka koja pripada Jadranskom slijevu, a nalazi se u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Duga je 105 km i ulijeva se u Jadransko more kod Omiša. Izvire na nadmorskoj visini od 385 m u sjeverozapadnim obroncima Dinare blizu sela Cetine, 7 km sjeverno od Vrlike. Ima više izvora, a glavni je izvor jezero duboko preko stotinu metara.



Slika 9. : Izvor Cetine [5]

Iznad izvora rijeke Cetine, sjeverno od Vrlike, nalazi se Gospodska pećina, znamenita po naseljenosti u prapovijesnom dobu. Blizu Vrlike započinje Perućko jezero, umjetno stvoreno branom na Cetini 25 km nizvodno.



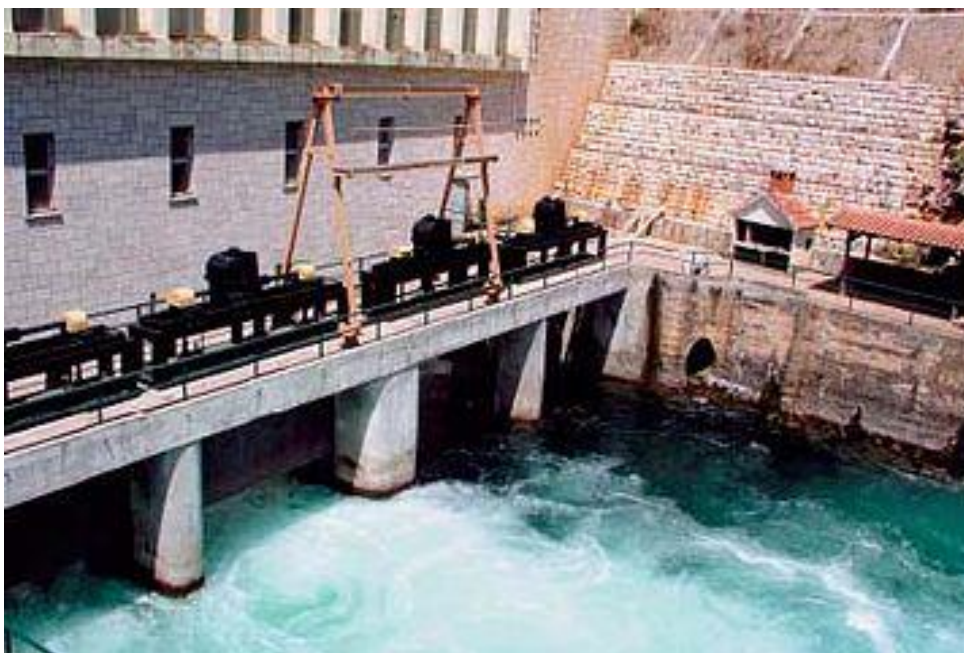
Slika 10. : Perućko jezero [6]

Nakon izgradnje brane, ubrzo je izgrađena i pribranska hidroelektrana 1960. godine.

Brana je napravljena kako bi ostvarila akumulaciju vode za rad hidroelektrane tijekom sušnog razdoblja godine, te kako bi se riješio problem poplava u Hrvatačkom i Sinjskom polju.

Imala je snagu od 41,6 MW na dva generatora od 20,8 MW, koja je poslije renoviranja nakon što je bila minirana tijekom domovinskog rata pojačana na 61,4 MW na dva generatora od 30,7 MW





Slika 13. : Hidroelektrana Peruća [11]

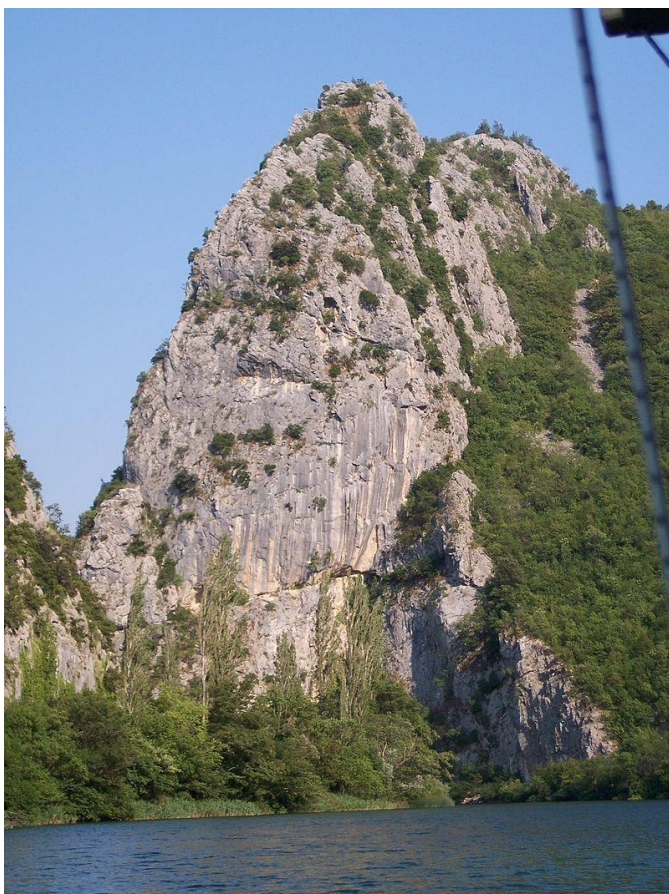
Zbog izgradnje brane nastala je umjetna akumulacija vode velike površine koja tijekom cijele godine ima dovoljno zaliha vode da je postala jezero Peruća s cca 20 km<sup>2</sup> površine pri maksimalnom vodostaju

Nakon jezera rijeka prolazi krškim područjem i Sinjskim poljem prema gradu Sinju. Cetina pod Gardunom, kod grada Trilja, napušta Sinjsko polje, ulazi u kanjon te teče prema jugu. Nad kanjonom je utvrda Nutjak. Obale su u kanjonu bliže i više, a rijeka duboka i spora. Nekad je voda brzo tekla i okretala brojne mlinove, ali su je brane usporile.



Slika 11. : Jedna od brana na Cetini [7]

Cetina kod Biskog skreće prema jugoistoku, a od tu je prati i autocesta A1. Cetina kod Šestanovca skreće prema jugu, prolazi ispod A1, a uskoro zatim kod Zadvarja zaokreće oko Mosora i dalje plovi prema zapadu. U Omišu se ulijeva u Jadransko more.



Slika 12. : Kanjon Cetine [8]

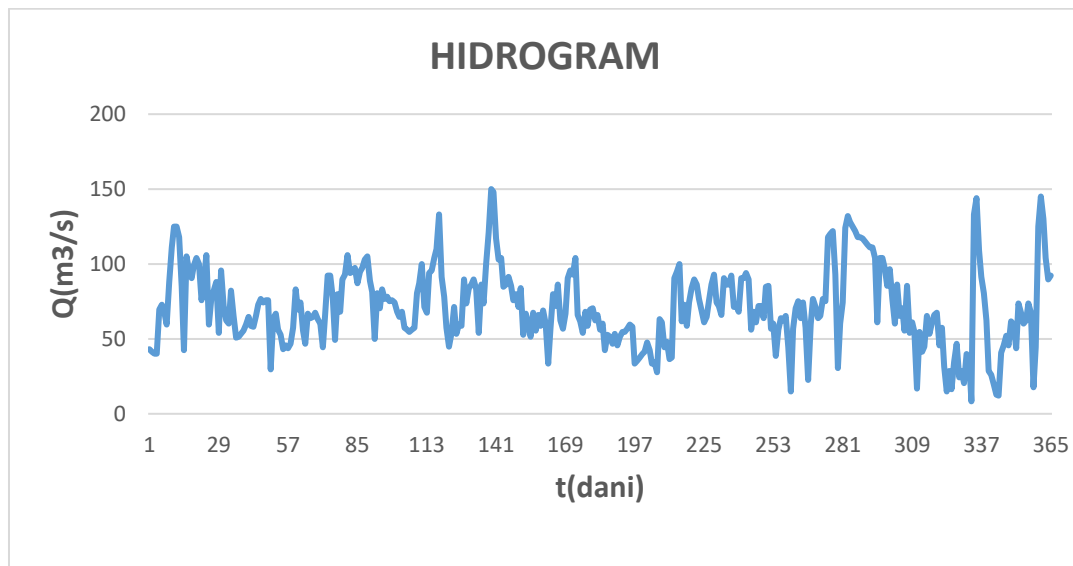
Površina porječja je 3700 km. Ušće cetine je Omiš a njeni gradovi su : Sinj, Trilj i Omiš. [4]

## **6. ZADATAK**

### **Statistička obrada podataka**

Na temelju raspoloživih podataka protoka rijeke Cetine mjerenih na stanici Han, izrađeni su histogrami učestalosti i krivulje trajanja za svaku godinu promatranog razdoblja.

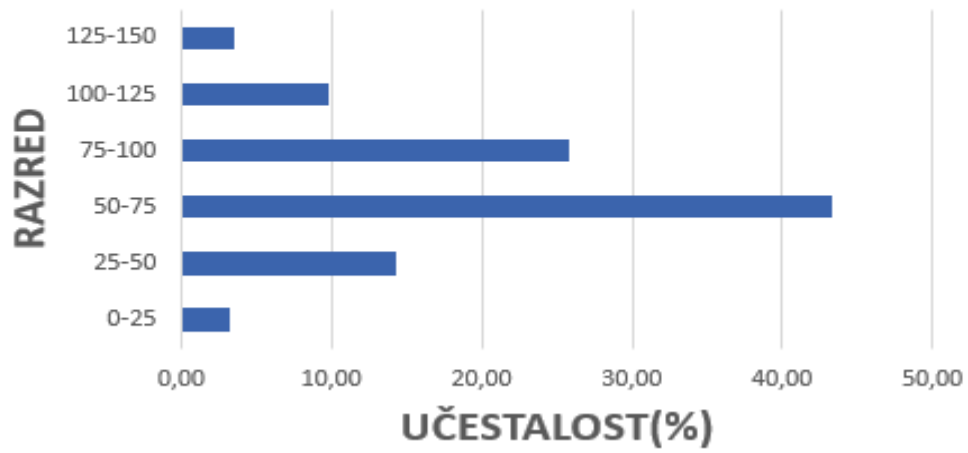
## 1967. Godina



srednja vrijednost	71,22
maksimum	150
minimum	8,31

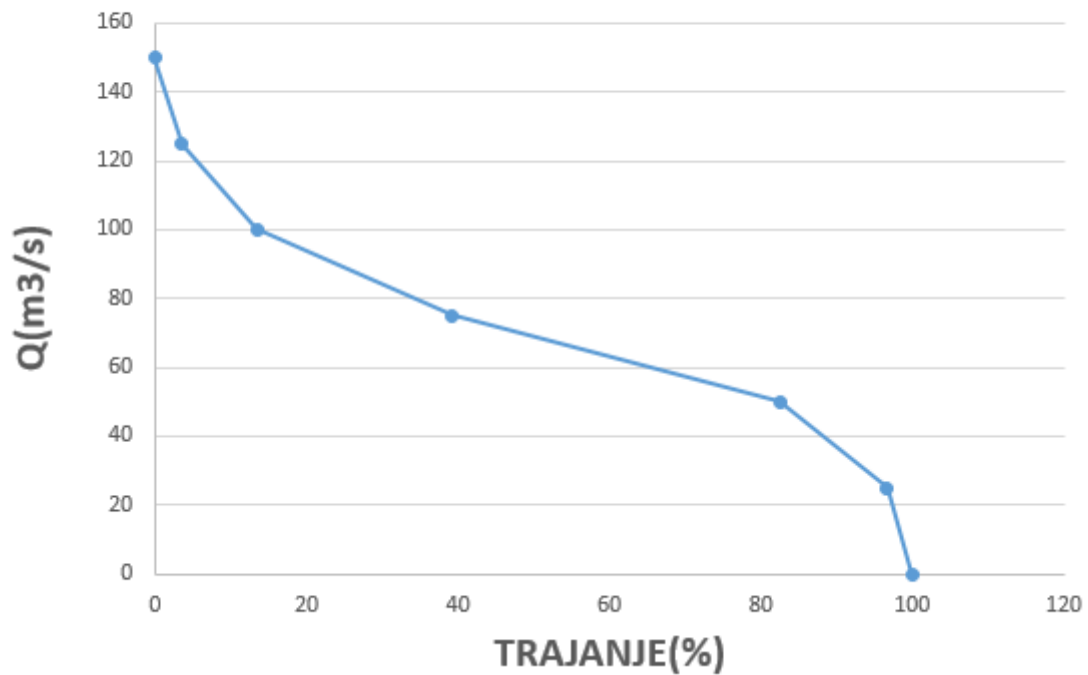
razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
125-150	13	3,56	13	3,56
100-125	36	9,86	49	13,42
75-100	94	25,75	143	39,18
50-75	158	43,29	301	82,46
25-50	52	14,25	353	96,71
0-25	12	3,29	365	100,00
	365	100		

## HISTOGRAM



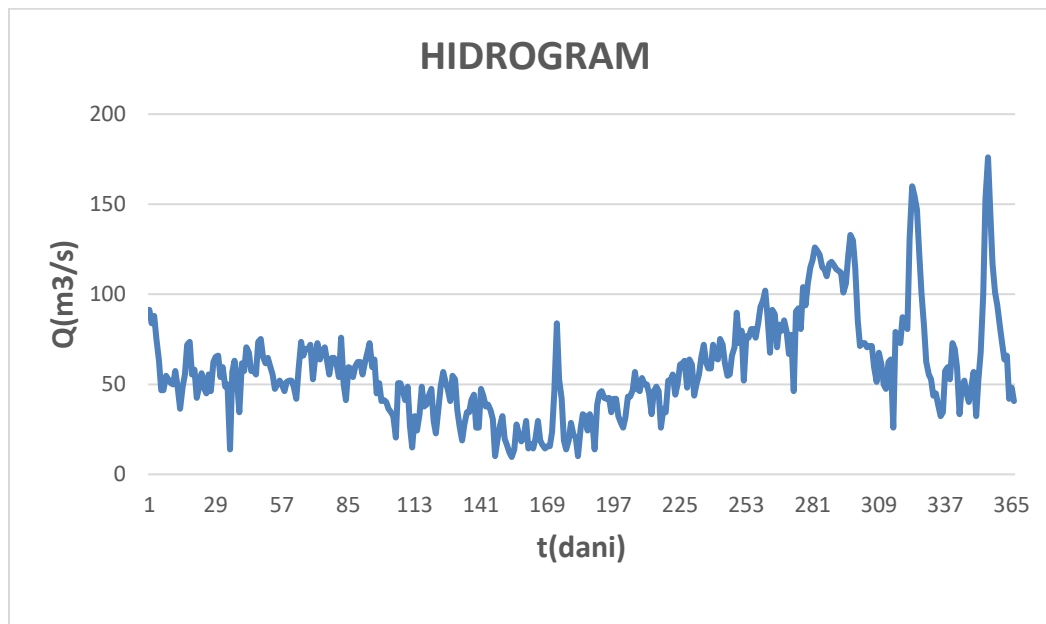
Slika Histogram učestalosti rijeke Cetine za 1967. godinu

## KRIVULJA TRAJANJA



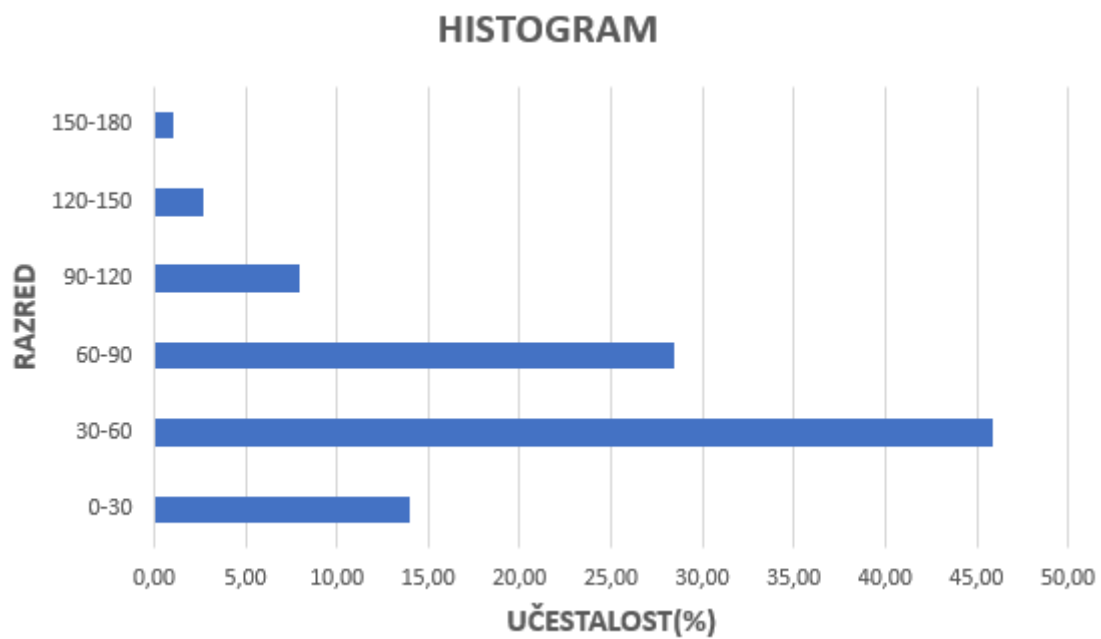
Slika Krivulja trajanja rijeke Cetine za 1967. godinu

## 1968. Godina

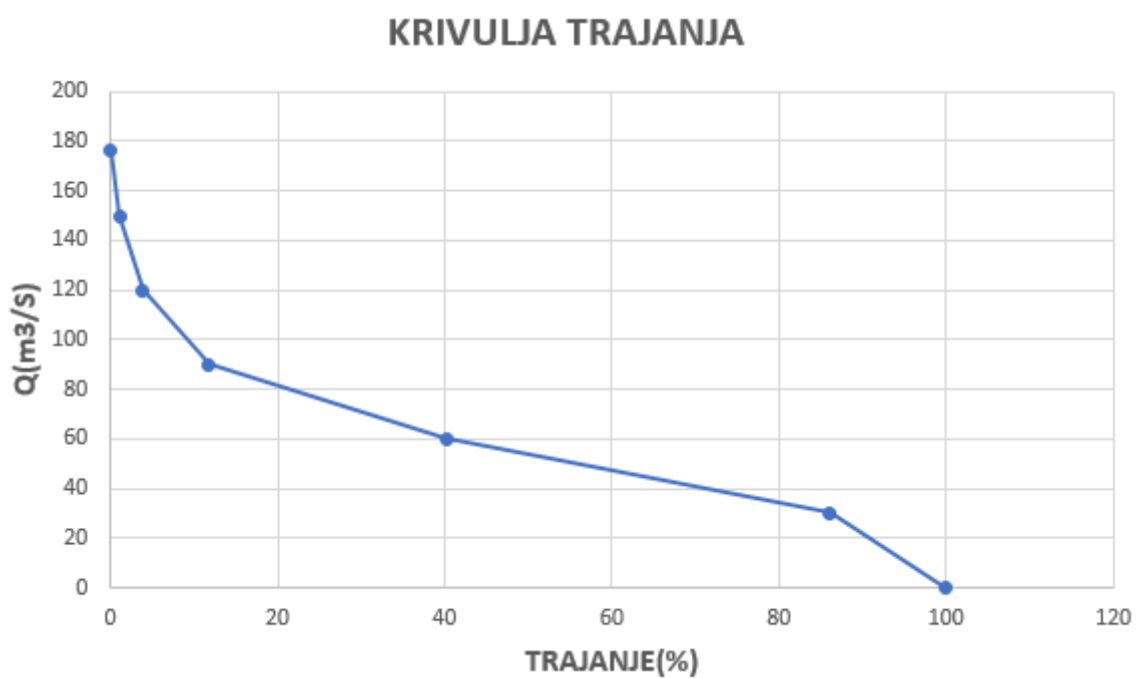


srednja vrijednost	58,29
maksimum	176
minimum	9,64

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
150-180	4	1,09	4	1,09
120-150	10	2,73	14	3,83
90-120	29	7,92	43	11,75
60-90	104	28,42	147	40,16
30-60	168	45,90	315	86,07
0-30	51	13,93	366	100,00
	366	100,00		

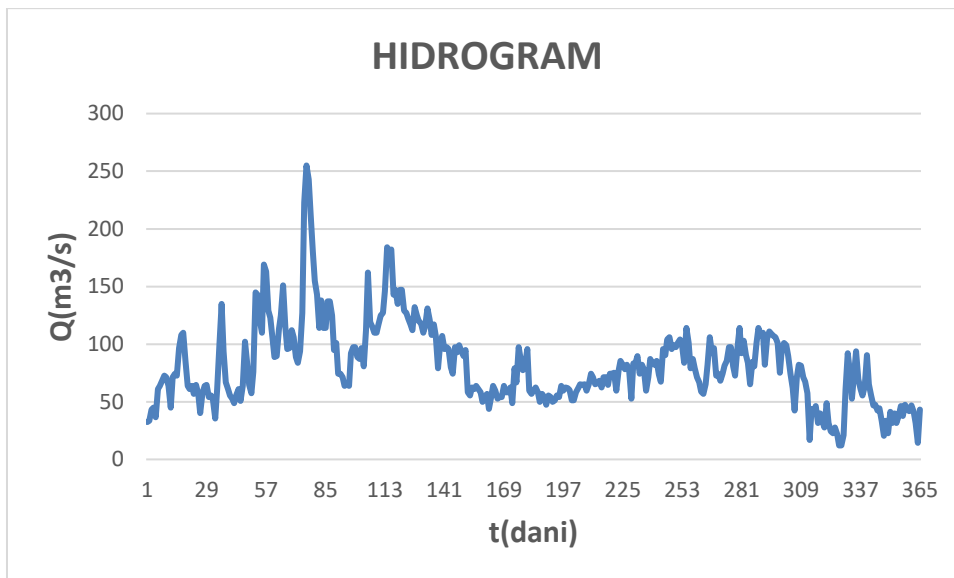


*Slika Histogram učestalosti rijeke Cetine za 1968. godinu*



*Slika Krivulja trajanja rijeke Cetine za 1968. godinu*

## 1969. Godina

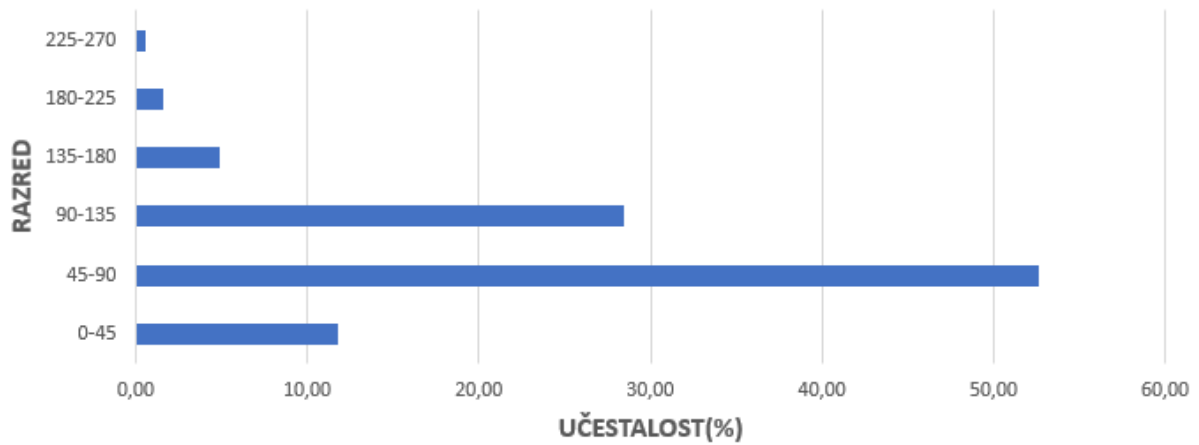


srednja vrijednost	81,31
maksimum	255
minimum	12,1

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
225-270	2	0,55	2	0,55
180-225	6	1,64	8	2,19
135-180	18	4,93	26	7,12
90-135	104	28,49	130	35,62
45-90	192	52,60	322	88,22
0-45	43	11,78	365	100,00
	365	100,00		

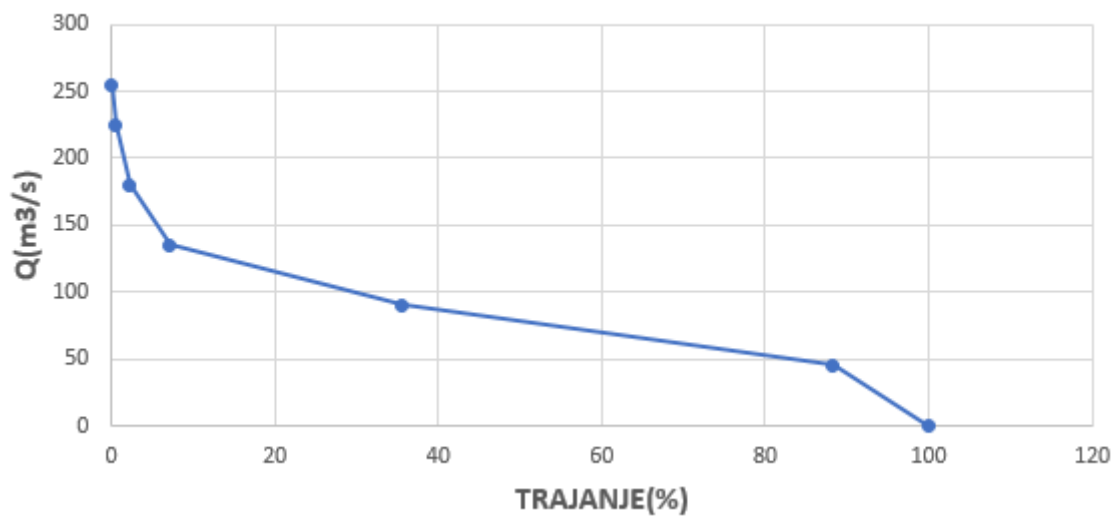


## HISTOGRAM



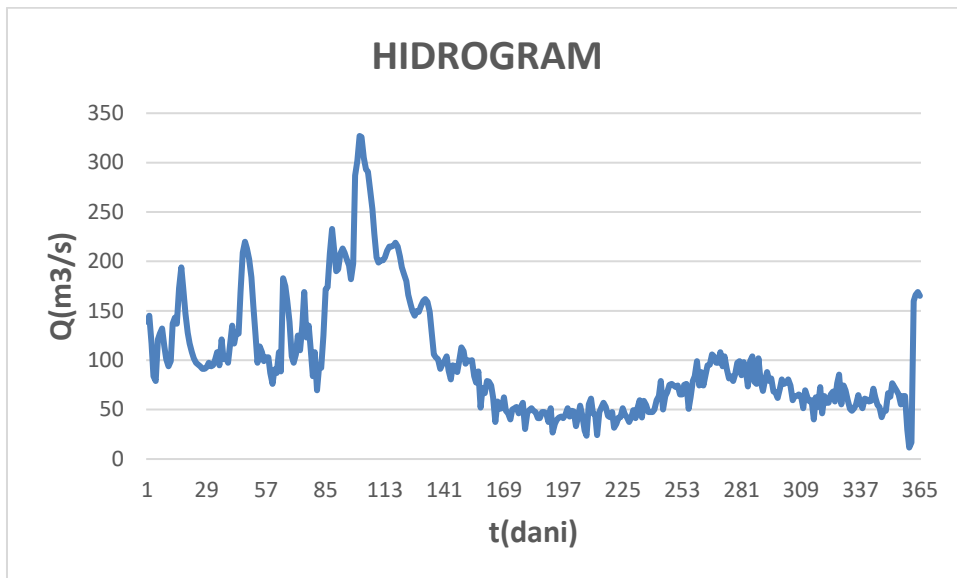
Slika Histogram učestalosti rijeke Cetine za 1969. godinu

## KRIVULJA TRAJANJA



Slika Krivulja trajanja rijeke Cetine za 1969. godinu

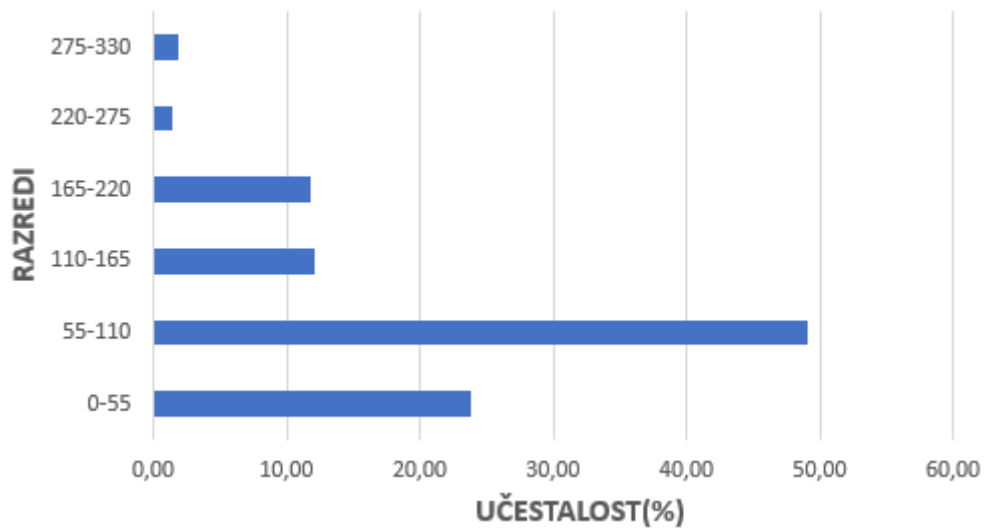
## 1970. Godina



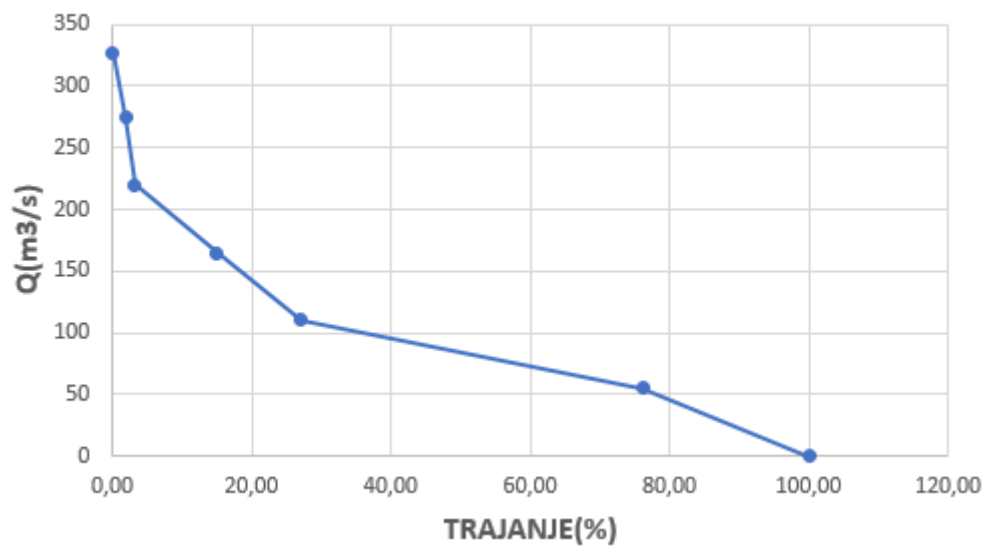
srednja vrijednost	98,71
maksimum	327
minimum	11,6

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
275-330	7	1,92	7	1,92
220-275	5	1,37	12	3,29
165-220	43	11,78	55	15,07
110-165	44	12,05	99	27,12
55-110	179	49,04	278	76,16
0-55	87	23,84	365	100,00
	365	100,00		

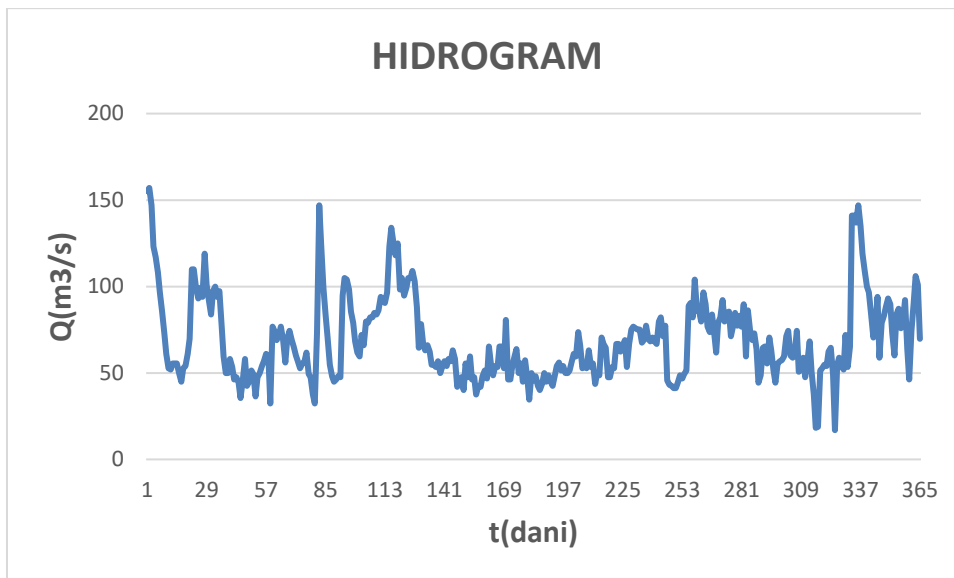
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



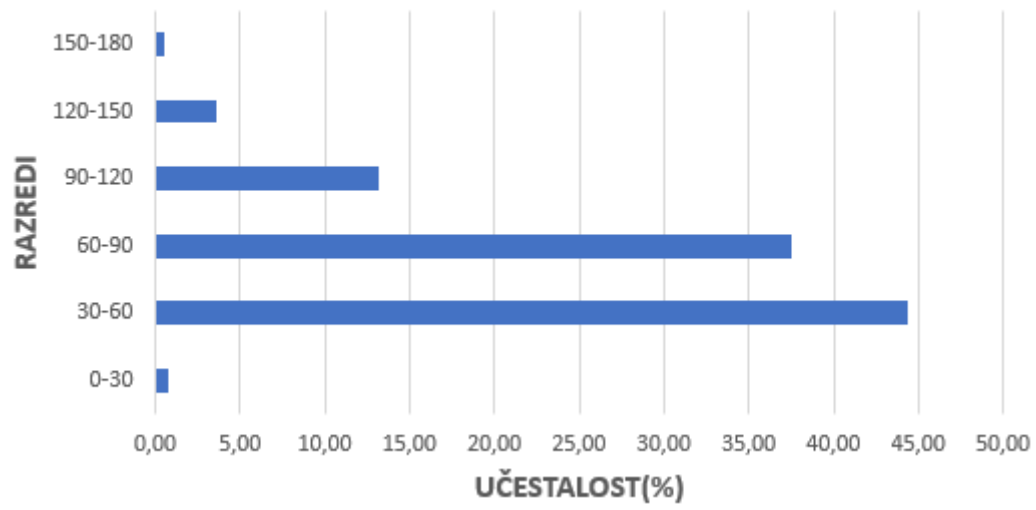
## 1971. Godina



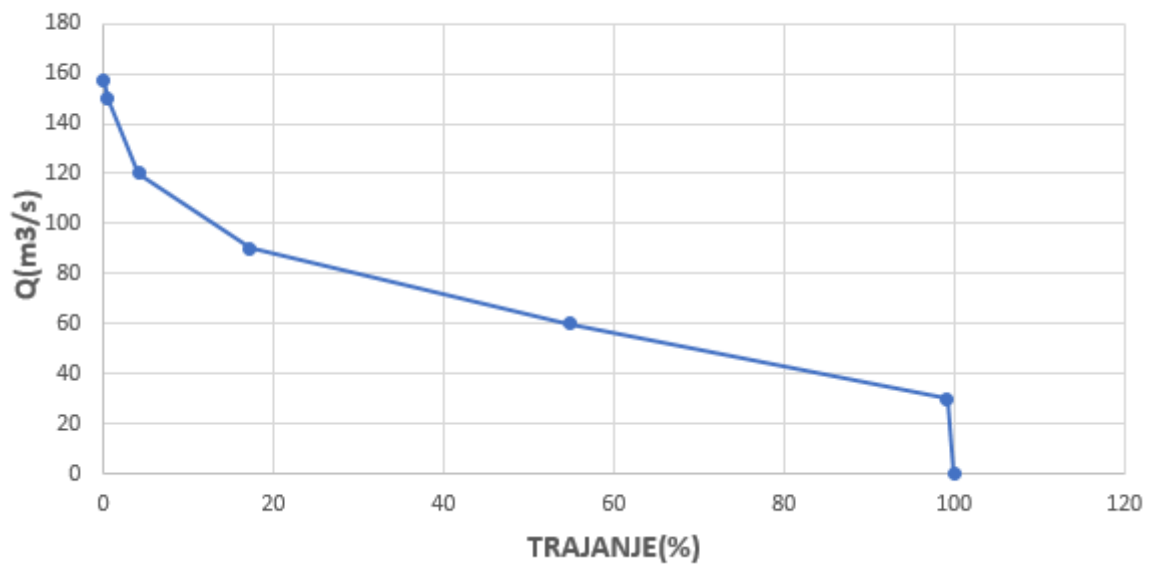
srednja vrijednost	68,83
maksimum	157
minimum	16,9

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
150-180	2	0,55	2	0,55
120-150	13	3,56	15	4,11
90-120	48	13,15	63	17,26
60-90	137	37,53	200	54,79
30-60	162	44,38	362	99,18
0-30	3	0,82	365	100,00
	365	100,00		

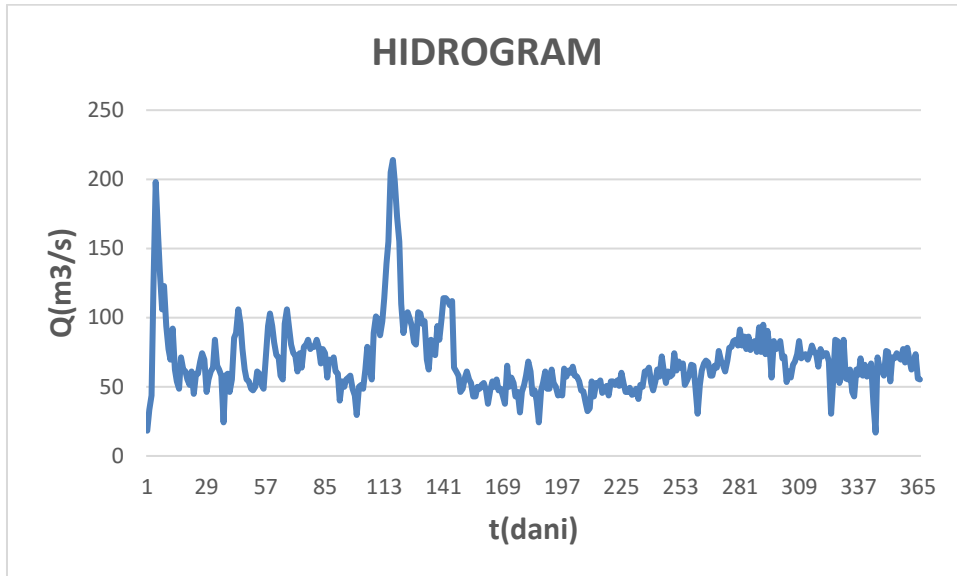
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



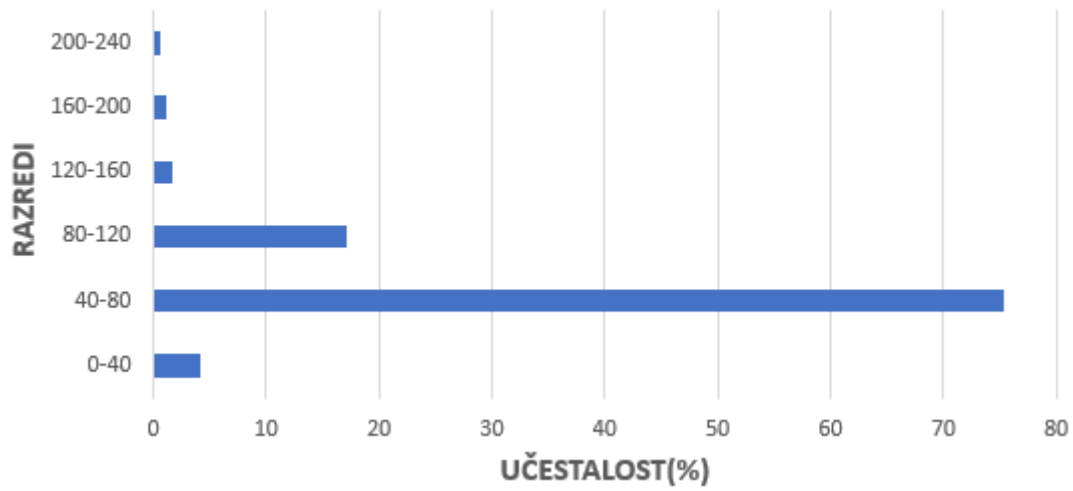
## 1972. Godina



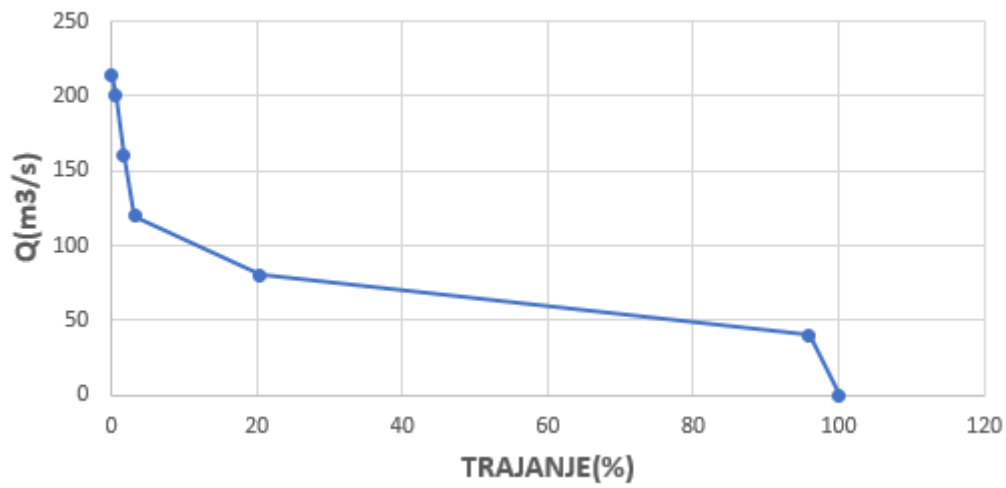
srednja vrijednost	68,11202
maksimum	214
minimum	16,9

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
200-240	2	0,55	2	0,55
160-200	4	1,09	6	1,64
120-160	6	1,64	12	3,28
80-120	63	17,21	75	20,50
40-80	276	75,41	351	95,91
0-40	15	4,10	366	100,00
	366	100,00		

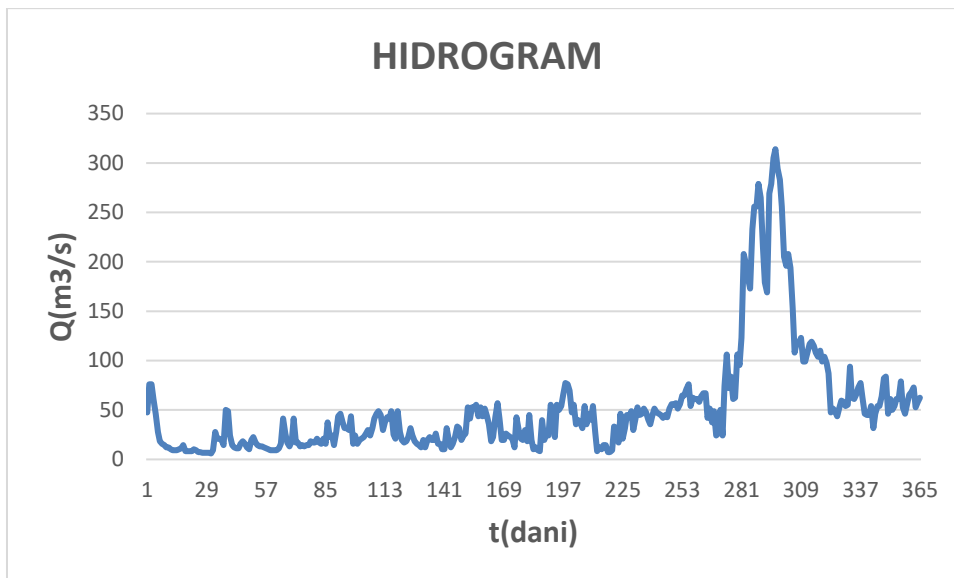
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



## 1973. Godina

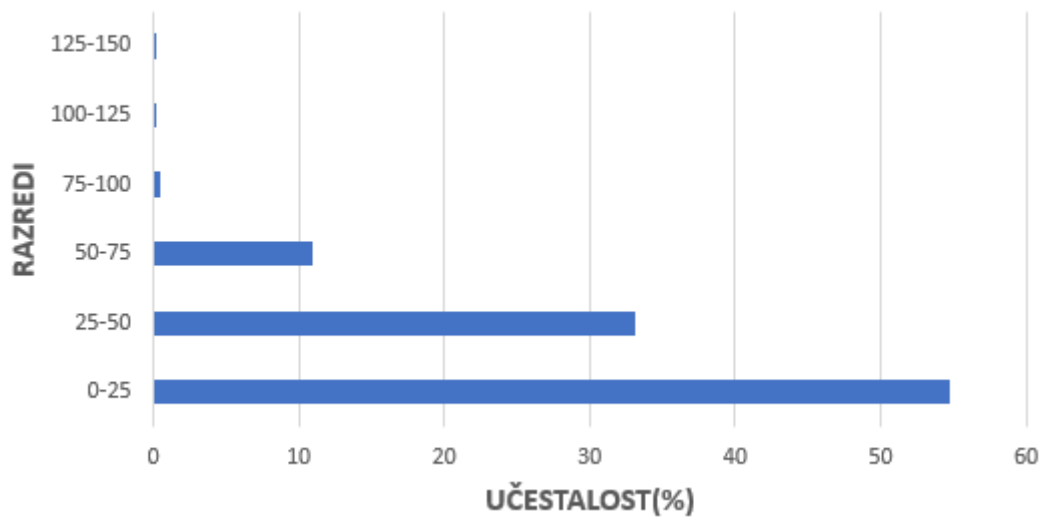


srednja vrijednost	27,96
maksimum	136
minimum	3,88

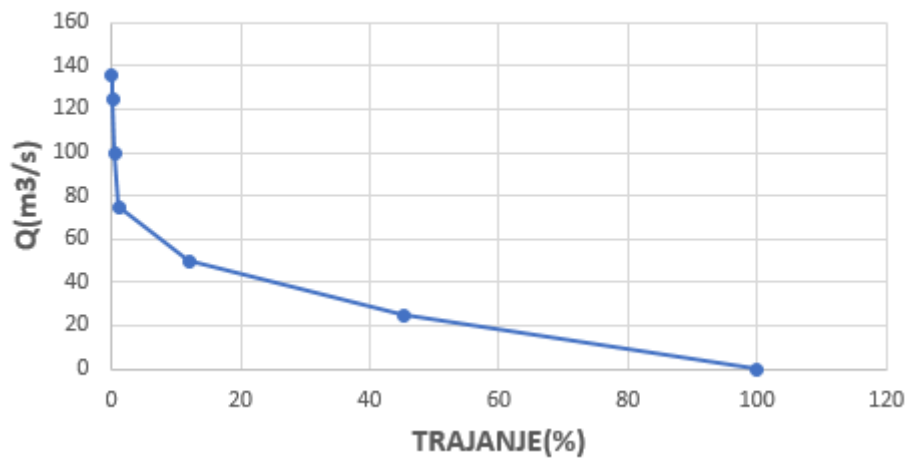
razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
125-150	1	0,27	1	0,27
100-125	1	0,27	2	0,54
75-100	2	0,55	4	1,09
50-75	40	10,96	44	12,05
25-50	121	33,15	165	45,20
0-25	200	54,79	365	100,00
	365	100,00		



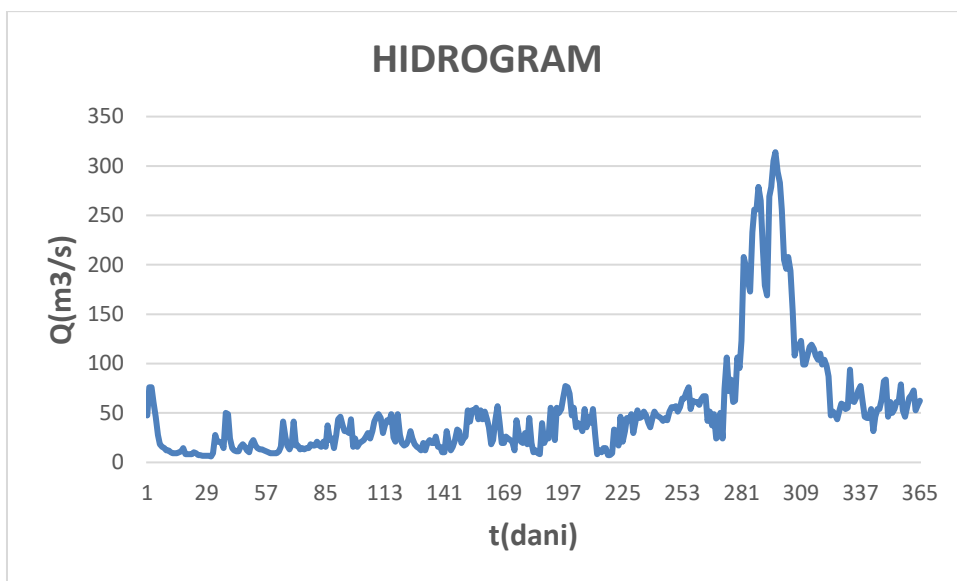
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



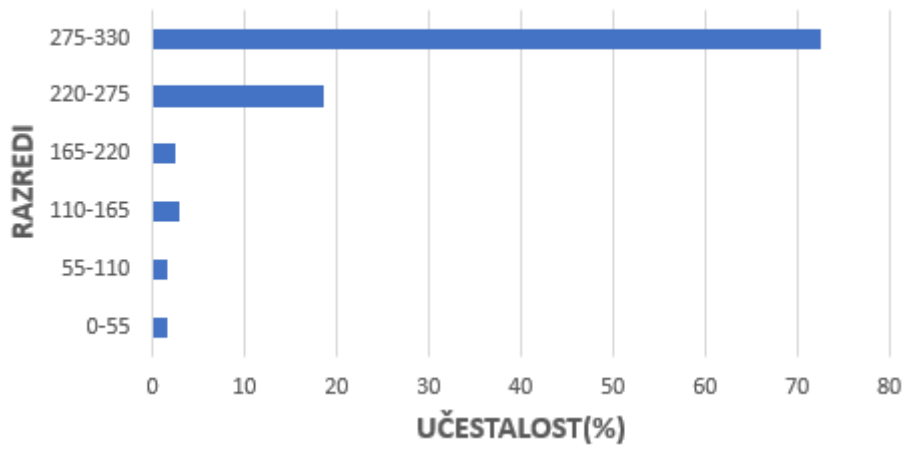
## 1974. Godina



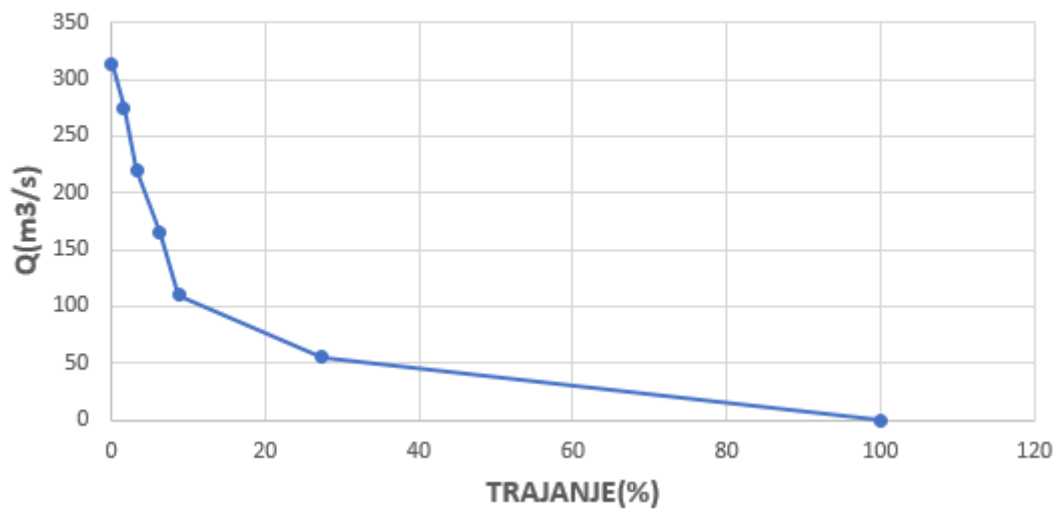
srednja vrijednost	51,65
maksimum	314
minimum	6,01

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
275-330	6	1,64	6	1,64
220-275	6	1,64	12	3,28
165-220	11	3,01	23	6,30
110-165	9	2,47	32	8,76
55-110	68	18,63	100	27,39
0-55	265	72,60	365	100,00
	365	100,00		

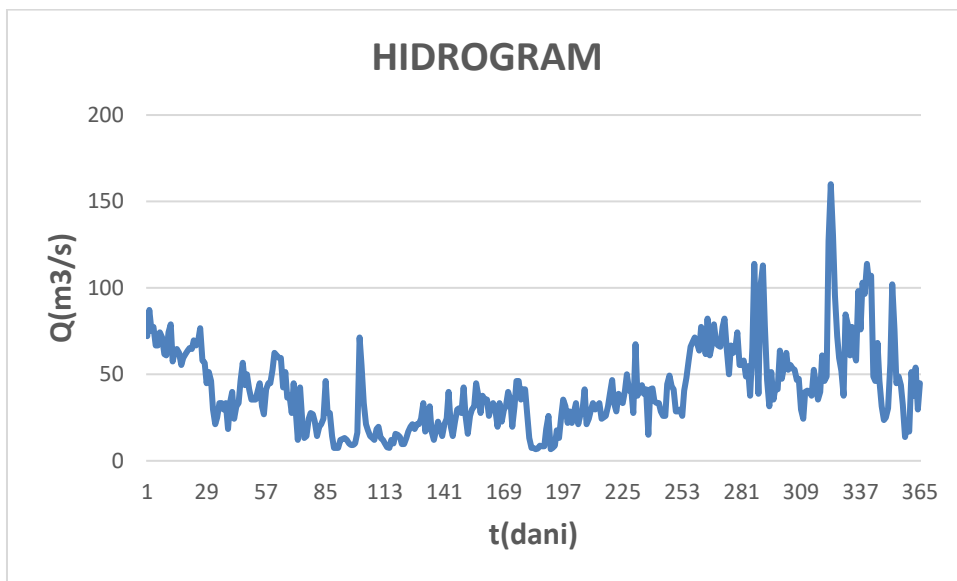
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



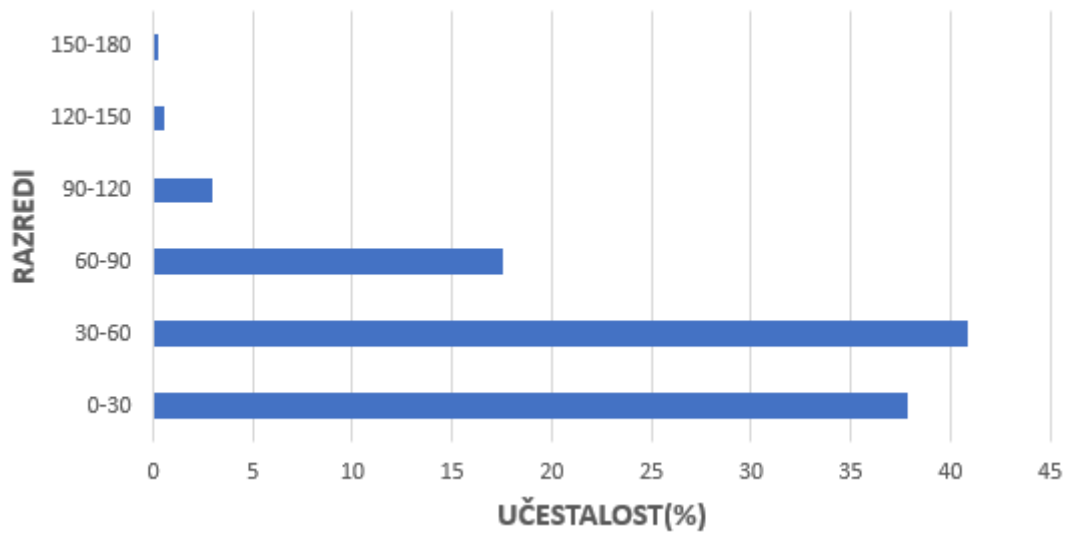
## 1975. Godina



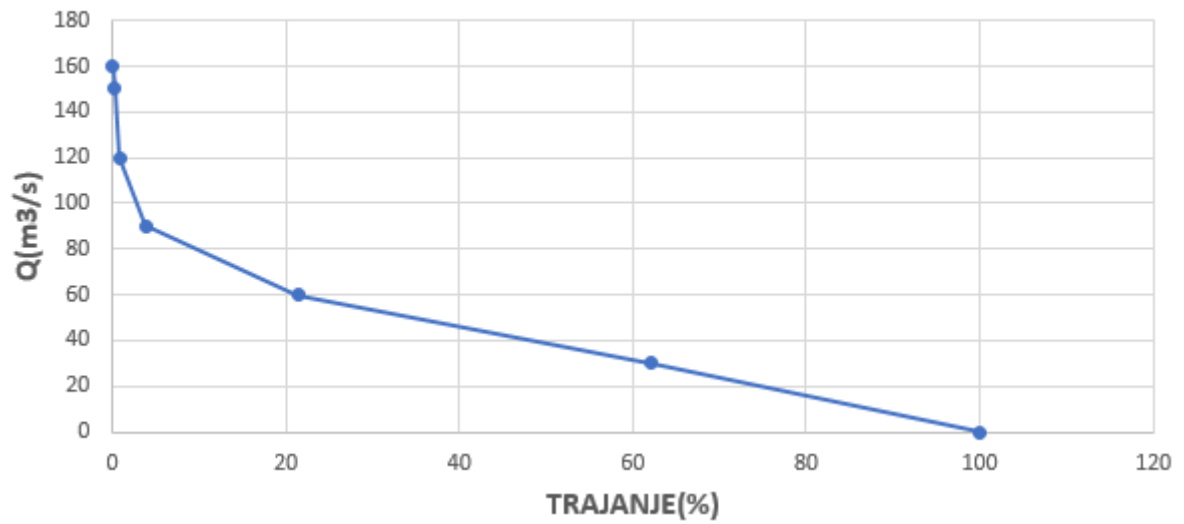
srednja vrijednost	41,23
maksimum	160
minimum	6,73

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
150-180	1	0,27	1	0,27
120-150	2	0,55	3	0,82
90-120	11	3,01	14	3,83
60-90	64	17,53	78	21,37
30-60	149	40,82	227	62,19
0-30	138	37,81	365	100,00
	365	100		

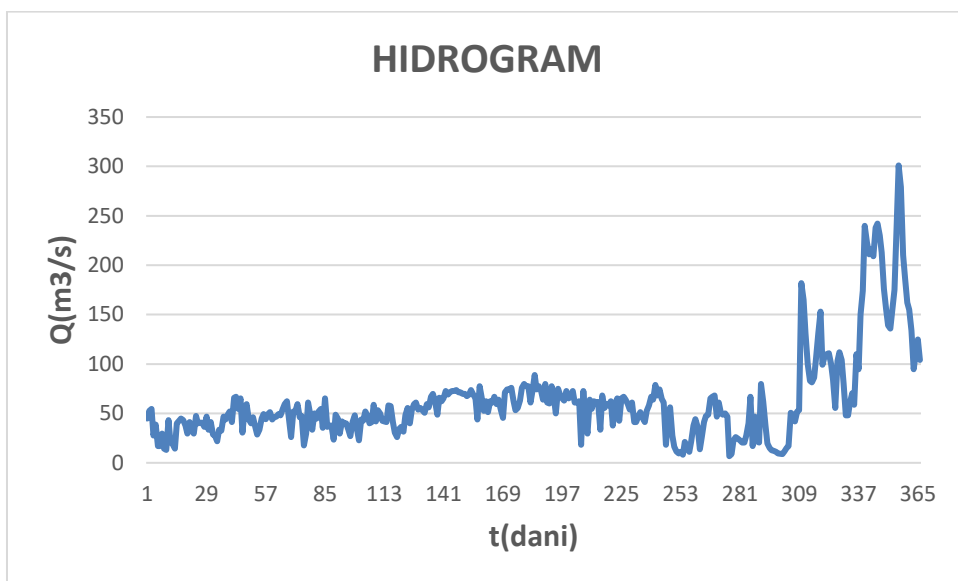
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



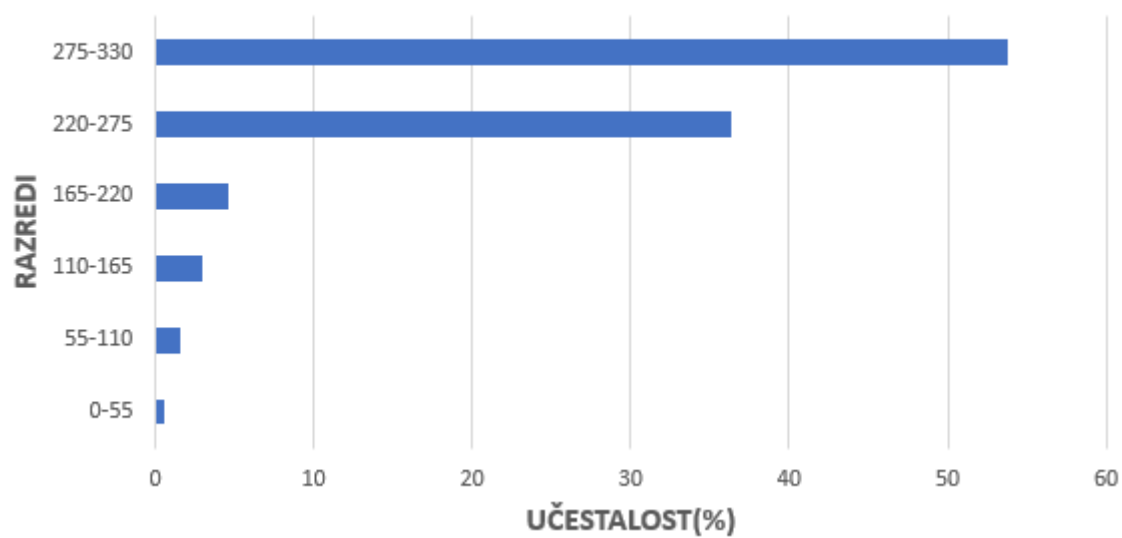
## 1976. Godina



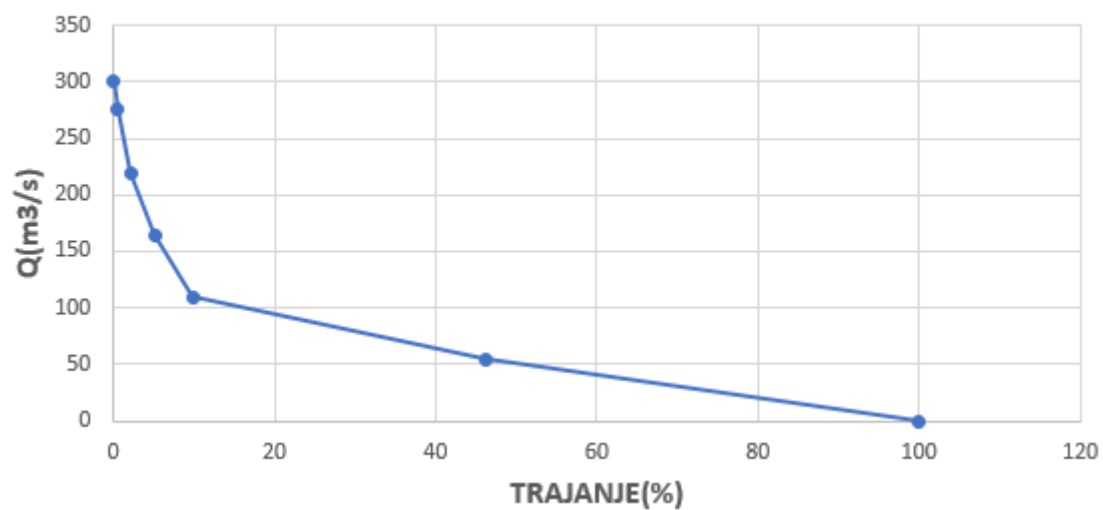
srednja vrijednost	62,49
maksimum	301
minimum	6,73

razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
275-330	2	0,55	2	0,55
220-275	6	1,64	8	2,19
165-220	11	3,01	19	5,19
110-165	17	4,64	36	9,84
55-110	133	36,34	169	46,18
0-55	197	53,83	366	100,00
	366	100,00		

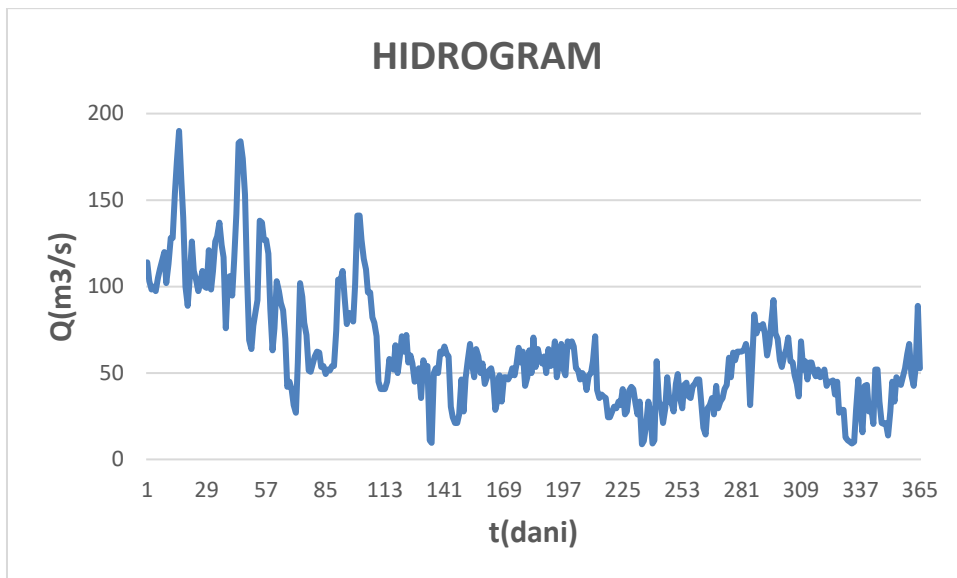
## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA



## 1977. Godina

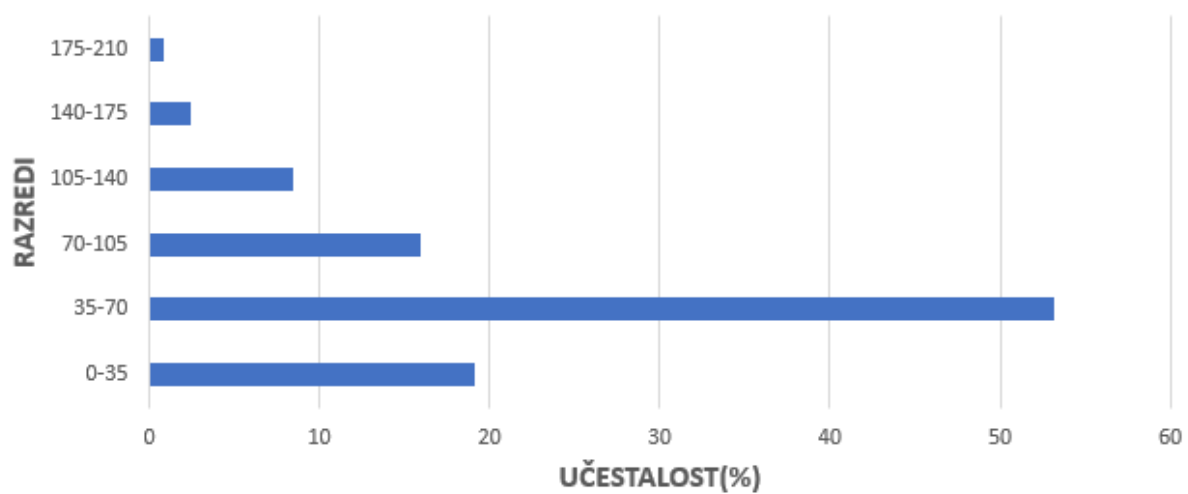


srednja vrijednost	61,69
maksimum	190
minimum	8,74

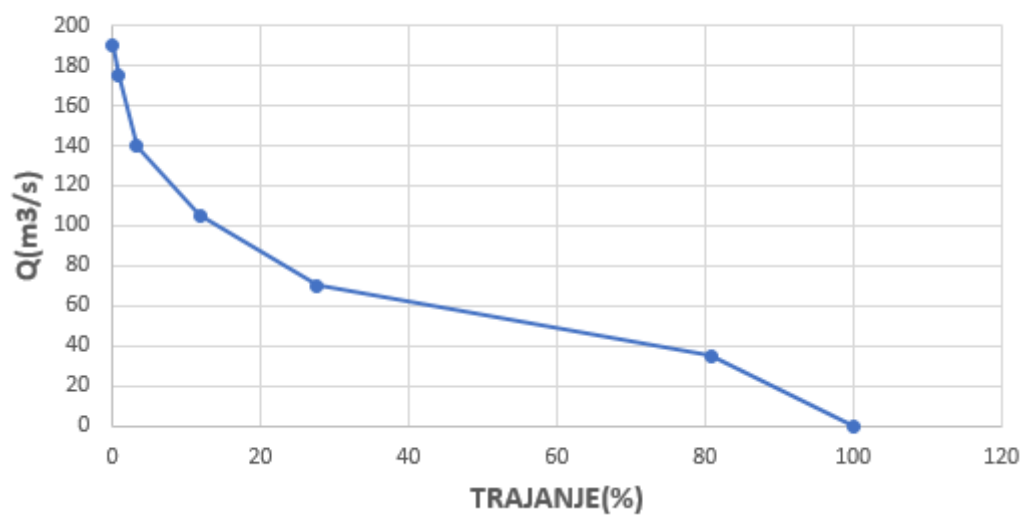
razredi	učestalosti		trajanje	
	dani	%	dani	%
175-210	3	0,82	3	0,82
140-175	9	2,47	12	3,29
105-140	31	8,49	43	11,78
70-105	58	15,89	101	27,67
35-70	194	53,15	295	80,82
0-35	70	19,18	365	100,00
	365	100,00		



## HISTOGRAM



## KRIVULJA TRAJANJA

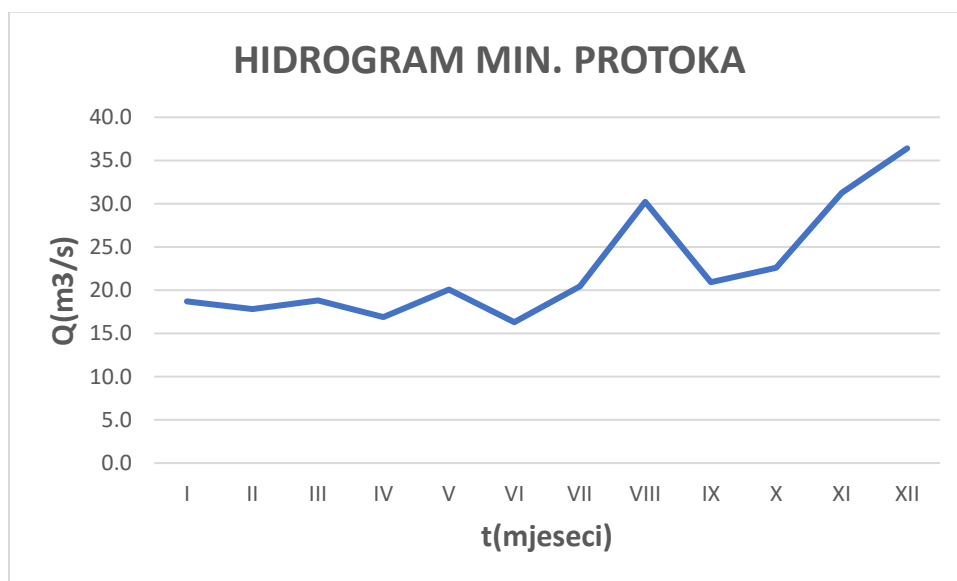


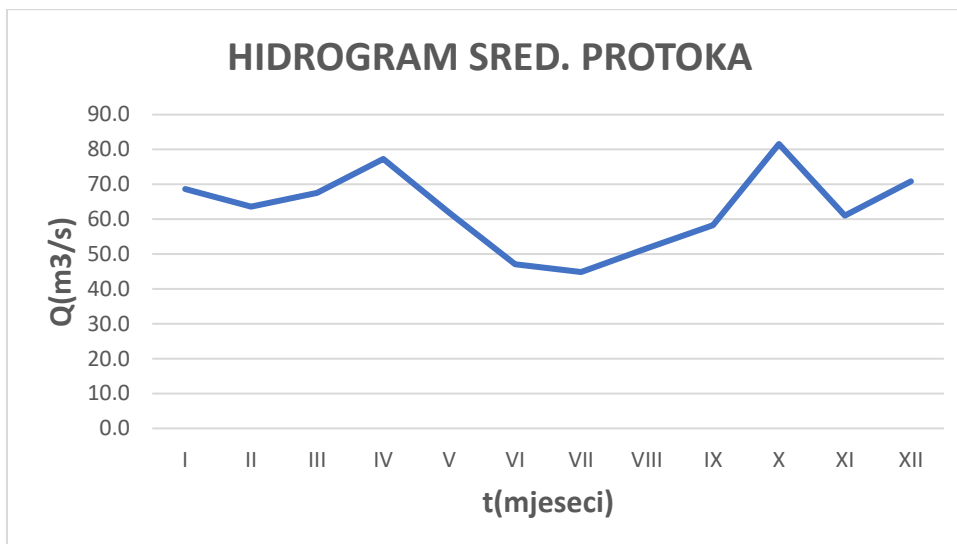
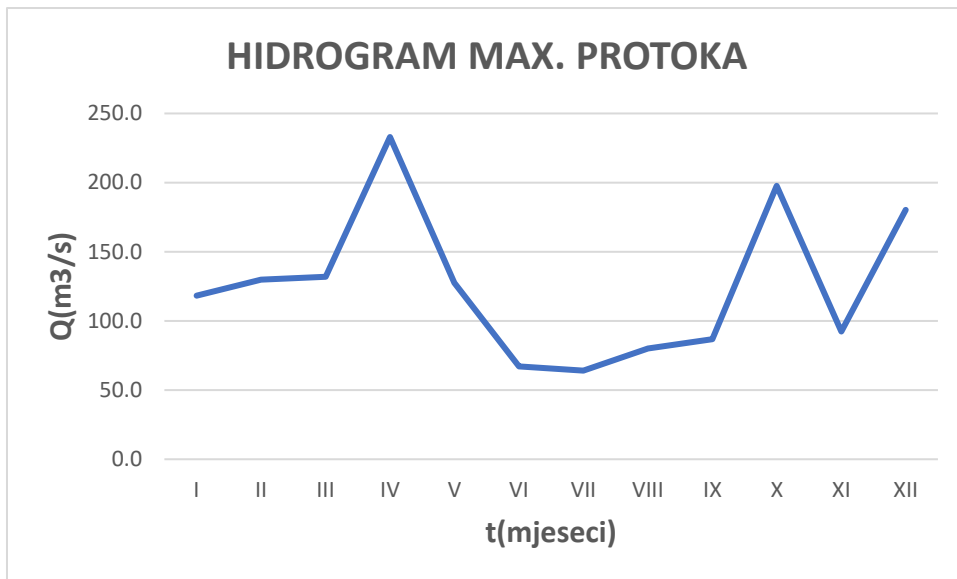
## Statistička obrada cjelokupnog vremenskog razdoblja od 1967. do 1977. godine.

Prosječni mjesečni protoci cjelokupnog vremenskog razdoblja od 1967. do 1977. godine.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1967	81,4	59,6	78,6	78,0	84,6	67,2	47,5	80,1	62,0	98,9	47,3	67,3
1968	58,0	55,5	60,9	42,7	35,0	23,7	38,7	55,7	77,3	105,2	75,6	70,5
1969	63,1	88,6	131,5	113,8	108,3	63,2	58,9	74,9	86,7	94,6	46,4	45,8
1970	118,2	129,8	131,9	233,0	127,6	62,2	43,9	48,1	81,1	82,4	61,1	69,7
1971	88,0	57,2	66,9	88,8	68,1	52,2	51,9	66,1	70,3	67,7	58,4	89,1
1972	75,5	66,6	74,4	92,8	85,5	49,9	49,7	52,5	61,2	77,7	67,6	63,9
1973	35,5	26,6	39,9	28,2	21,3	16,3	21,4	34,6	20,9	22,6	31,3	36,4
1974	18,7	17,8	18,8	33,3	20,1	35,3	40,3	33,0	53,5	197,7	89,1	59,1
1975	65,3	35,9	31,6	16,9	21,8	31,8	20,4	36,3	56,4	59,9	61,3	56,5
1976	34,7	44,3	45,6	41,4	61,3	64,9	64,1	57,1	36,2	26,1	92,3	180,3
1977	116,5	118,1	63,2	81,7	46,7	50,8	56,7	30,2	35,3	64,5	40,6	40,4

min	18,7	17,8	18,8	16,9	20,1	16,3	20,4	30,2	20,9	22,6	31,3	36,4
max	118,2	129,8	131,9	233,0	127,6	67,2	64,1	80,1	86,7	197,7	92,3	180,3
sred	68,6	63,6	67,6	77,3	61,8	47,0	44,9	51,7	58,3	81,6	61,0	70,8

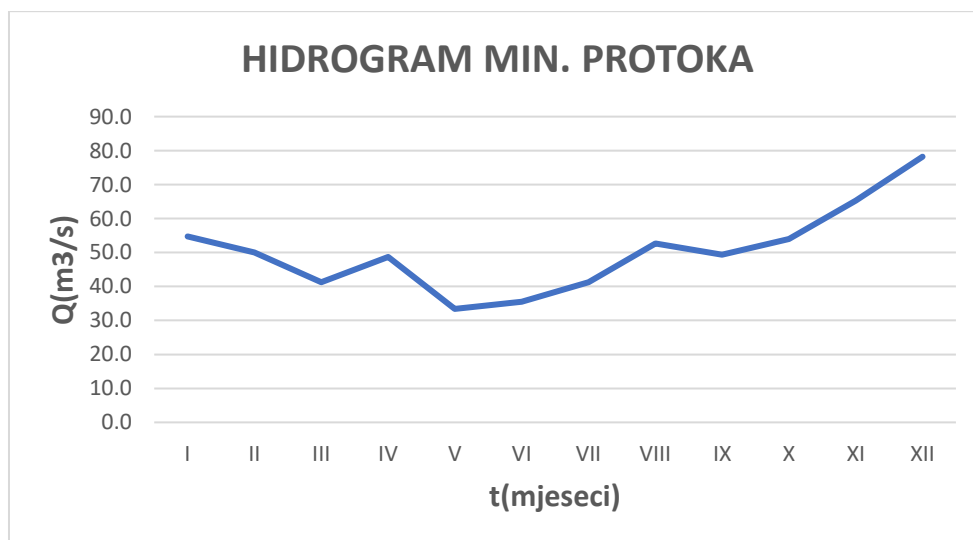


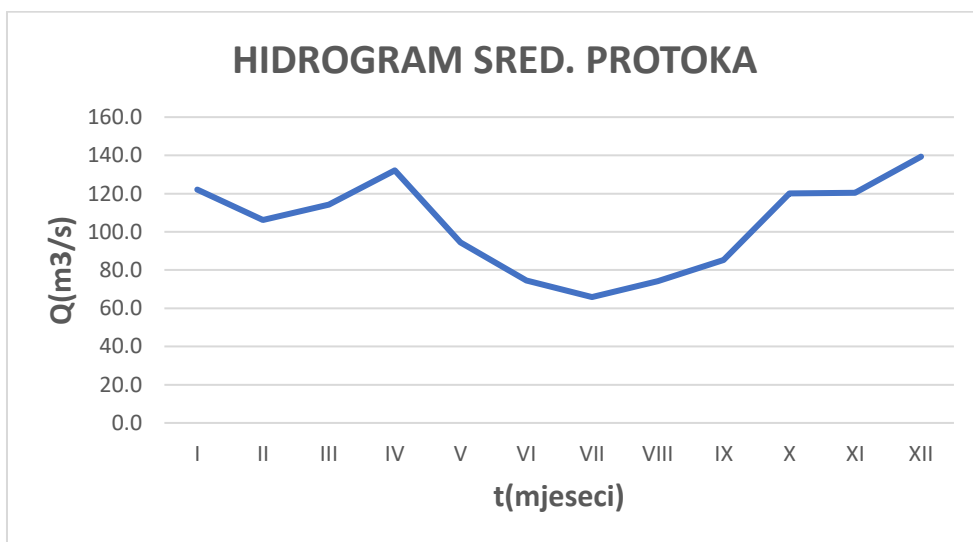
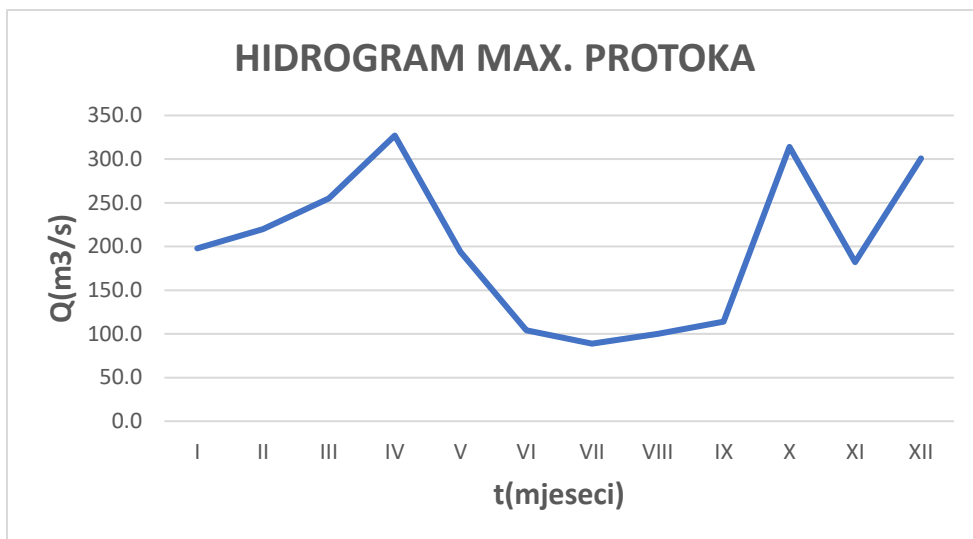


**Maksimalni mjesečni protoci cjelokupnog vremenskog razdoblja od 1967. do 1977. godine.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1967	125	82,2	106	133	150	104	66	100	85,5	132	133	145
1968	91,3	75,1	75,9	72,8	56,8	83,9	56,8	75,1	102	133	160	176
1969	110	169	255	184	147	97,4	74,3	89,7	114	114	92,2	93,9
1970	194	220	233	327	194	100	61	79	108	104	85,5	169
1971	157	100	147	134	109	80,6	73,6	82,2	104	89,7	141	147
1972	198	106	106	214	114	68,2	64,6	72	75,9	94,8	83,9	78,2
1973	59,5	57,4	61,7	68,2	46,2	35,5	49,4	61,7	72	54	65,3	136
1974	75,9	50	41,3	48,7	33,4	56,8	77,4	52,7	75,9	314	153	83,9
1975	87,2	56,8	62,4	71,3	42,5	46,2	41,3	67,5	82,2	114	160	114
1976	54,7	66,8	65,3	58,8	73,6	79,8	88,8	79	68,2	79,8	182	301
1977	190	184	103	141	72	66,8	71,3	56,8	49,4	92,2	68,2	88,8

min	54,7	50,0	41,3	48,7	33,4	35,5	41,3	52,7	49,4	54,0	65,3	78,2
max	198,0	220,0	255,0	327,0	194,0	104,0	88,8	100,0	114,0	314,0	182,0	301,0
sred	122,1	106,1	114,2	132,1	94,4	74,5	65,9	74,2	85,2	120,1	120,4	139,3

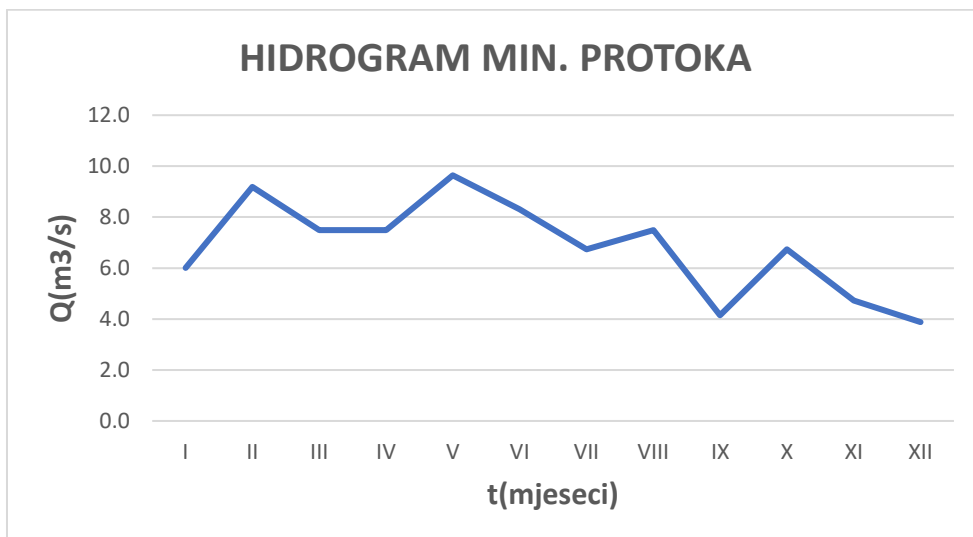


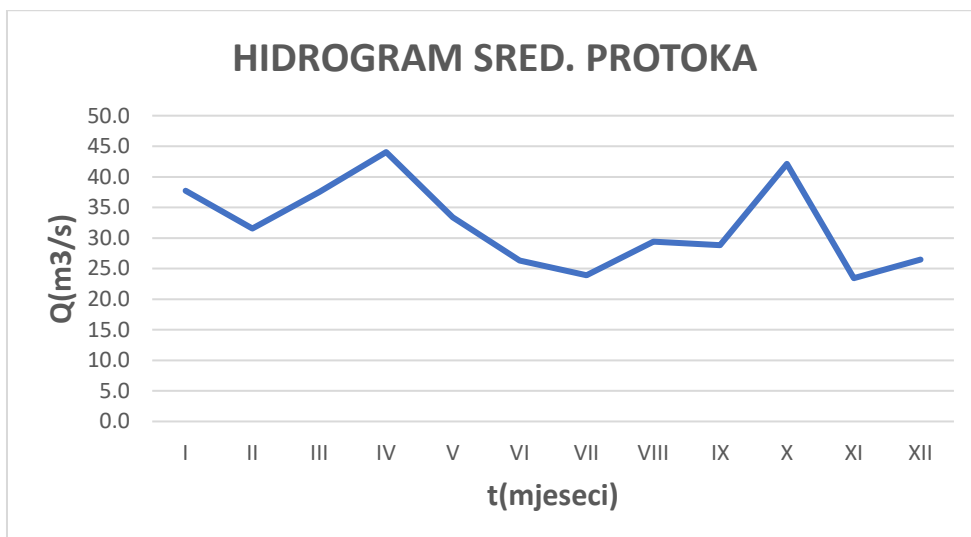
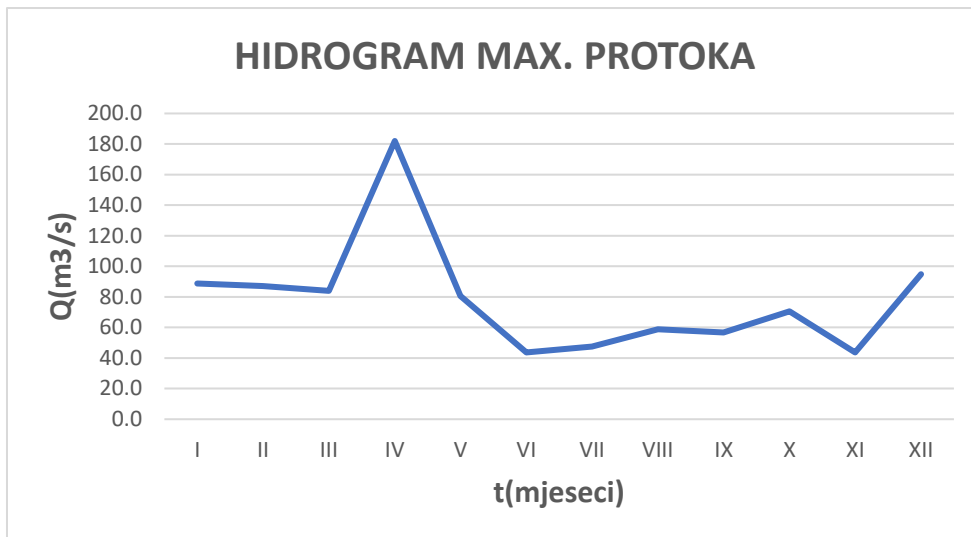


**Minimalni mjesečni protoci cjelokupnog vremenskog razdoblja od 1967. do 1977. godine.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1967	40,1	29,6	44,3	50	44,9	33,4	27,7	58,8	15	30,5	8,31	12,1
1968	36,5	13,8	41,3	15	10,1	9,64	13,8	26	46,2	70,5	26	32,4
1969	32,4	35,5	83,9	63,8	74,3	43,7	47,5	52,7	56,8	65,3	12,1	14,4
1970	79	87,2	69,7	182	80,6	30,5	23,5	24,3	50	61,7	40,1	11,6
1971	44,9	32,4	32,4	47,5	40,1	34,5	40,1	47,5	41,3	44,3	16,9	46,2
1972	18,3	24,3	55,4	29,6	46,2	31,5	24,3	41,3	30,5	53,4	30,5	16,9
1973	11,1	11,1	24,3	10,1	10,1	8,31	12,7	7,9	4,15	6,73	4,72	3,88
1974	6,01	9,19	9,19	15,6	10,1	12,1	8,31	7,49	24,3	61	43,7	31,5
1975	44,9	18,3	7,49	7,49	9,64	13,2	6,73	15	26	31,5	24,3	13,8
1976	13,2	21,9	17,6	22,7	31,5	43,7	18,3	33,4	8,31	6,73	41,9	94,8
1977	88,8	63,8	26,9	40,7	9,64	28,6	40,1	8,74	14,4	31,5	9,19	13,8

min	6,0	9,2	7,5	7,5	9,6	8,3	6,7	7,5	4,2	6,7	4,7	3,9
max	88,8	87,2	83,9	182,0	80,6	43,7	47,5	58,8	56,8	70,5	43,7	94,8
sred	37,7	31,6	37,5	44,0	33,4	26,3	23,9	29,4	28,8	42,1	23,4	26,5





## 7. ZAKLJUČAK

Prema svim iznesenim podacima u ovom završnom radu, možemo zaključiti da su hidrološka mjerenja jedna od najbitnijih područja hidrologije. Rijeka Cetina je iznimno važan element u životu ljudi koji se nalaze u široj i užoj blizini njenog toka. Kao što je prikazano u ovom radu, bilježenje vodostaja se radi već dugi niz godina kako bismo lakše razumjeli ponašanje rijeke Cetine zbog činjenice da ga ne možemo kontrolirati. Kako bi iznesi podatci dobiveni mjerenjima tvorili neku smislenu cjelinu na njih smo primijenili statističku obradu podataka. U ovom radu su prikazane krivulje učestalosti i trajanja vodostaja na temelju zadanih protoka u razdoblju od 1967. do 1977. godine. Ukoliko promatramo hidrograme koji nam prikazuju protok vode u  $m^3$  u jedinici vremena, možemo zaključiti kako su se najveći srednji protoci javili 1970. godine od  $99,1 m^3/s$ , dok su se najmanji javili 1973. godine od  $27,9 m^3/s$ . U cjelokupnom promatranom razdoblju možemo zaključiti iz krivulje trajanja da je najkišnija godina bila 1970. Imala je kumulativni godišnji protok od  $36028 m^3/god$  dok su godine koje su uslijedile iza nje bile sušnije sa 1973. godinom kao najsušnijom, protoka od  $10204 m^3/god$ , nakon koje je uslijedila tendencija rasta godišnjih protoka zaključno s 1977. godinom.



## 8. LITERATURA

- [1] Ranko Žugaj, Hidrologija
- [2] R. Žugaj, Ž. Andreić, K. Pavlič, L. Fuštar, Krivulja trajanja protoka
- [3] Živko Vuković, Osnove hidrotehnike – prvi dio, prva knjiga, Akvamarine, Zagreb, 1994.
- [4] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina>
- [5] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Cetina\\_source.JPG](https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Cetina_source.JPG)
- [6] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Peru%C4%87ko\\_jezero#/media/File:Troglav\\_Peruca.jpg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Peru%C4%87ko_jezero#/media/File:Troglav_Peruca.jpg)
- [7] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Cetina\\_dam.JPG](https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Cetina_dam.JPG)
- [8] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Cetina#/media/File:Omis-19.jpg>
- [9] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Kru%C5%BEenje\\_vode-hidrolo%C5%A1ki\\_ciklus.png](https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Kru%C5%BEenje_vode-hidrolo%C5%A1ki_ciklus.png)
- [10] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Voda>
- [11] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrana\\_Peru%C4%87a#/media/File:Energetsko\\_postrojenje\\_HE\\_Peru%C4%87a.JPG](https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrana_Peru%C4%87a#/media/File:Energetsko_postrojenje_HE_Peru%C4%87a.JPG)