

Оригинални научни рад
Radislav Tošić*
Čedomir Crnogorac♦

ANALIZA PROSJEČNIH VODA RIJEKE VRBANJE

Abstrakt : Racionalno korištenje vode, zaštita kvaliteta vode kao i zaštita od štetnog djelovanja vode veoma često zahtijeva izgradnju vodoprivrednih sistema, koji po složenosti spadaju u grupu najzahtjevnijih ljudskih građevina. Da bi se ovakvi sistemi izgradili u pojedinim slivovima, neophodan je sistemski pristup planiranju razvoja i upravljanja vodoprivrednim sistemima, što ujedno predstavlja analizu i valorizaciju karakteristika vodnog režima. Shodno tome, u ovom radu se analiziraju prosječne vode kao važan parametra vodnog režima koji ima značajnu ulogu u definisanju opštih karakteristika vodnog režima, ali i u sagledavanju ključnih elemenata kod izbora adekvatnih vodoprivrednih rješenja.

Кljučне riječi : Prosječne vode, vodni režim, proticaj, prosječna linija trajanja i učestalosti proticaja, oticaj.

Abstract : Rational use of water, protection of water quality as protection against harmful effects of water very often require construction of waterworks systems, which, in terms of their complexity, are some of the most difficult structures to build. To construct such systems in certain basins, it is necessary to apply the systems approach to planning development and management of waterworks systems, which, at the same time, represents an analysis and valorization of the features of water regime. Therefore, this paper deals with analzsas of average level of waters as an important parametre of water regime, pazing an important role in defining general characteristics of water regime, but also in viewing kez elements when choosing adequate waterworks solutions.

Key words : average level of waters, water regime, flow bz, average line of duration and frequenz of flow, flow off.

* Dr Radislav Tošić, docent Prirodno – matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, M. Stojanovića 2, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina.

♦ Dr Čedomir Crnogorac, vanr. prof., Prirodno – matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, M. Stojanovića 2, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina.

1. Uvodna obrazloženja

Racionalno korištenje vode, zaštita kvaliteta vode kao i zaštita od štetnog djelovanja vode veoma često zahtijeva izgradnju vodoprivrednih sistema, koji spadaju u grupu najsloženijih građevina. Da bi se ovakvi sistemi izgradili u pojedinim slivovima, neophodan je sistemski pristup u okviru planiranja razvoja i upravljanja vodoprivrednim sistemima, što u jednom dijelu obavezno znači analizu i valorizaciju karakteristika vodnog režima. Uzimajući u obzir da je hidrološki režim jednog vodotoka definisan klimatskim, geološkim, geomorfološkim, topografskim i drugim fizičkogeografskim faktorima koji karakterišu sliv, i uvažavajući sve naglašenije antropogene uticaje, sve su evidentnije vremenske i prostorne varijacije pojedinih parametara vodnog režima. Budući da su karakteristike vodnog režima determinirajući faktor planiranja korištenja i upotrebe voda, kao i zaštite vode i živog svijeta u njoj, sve se veća pažnja poklanja analizama upravo ovih karakteristika kao osnovnog faktora za sagledavanje mogućih vidova korištenja vodnih resursa.

Osnovni cilj ovog rada je da se na što koncizniji način prikažu opšte karakteristike vodnog režima rijeke Vrbanje na bazi analize prosječnih voda i njihovih karakteristika.

U definisanju pojma prosječnih voda, odnosno režima prosječnih voda najčešće su prisutna objašnjenja po kojima se pod sintagmom " režim prosječnih voda " podrazumijevaju svi kvantitativni pokazatelji vodnog režima u prirodnom vodotoku koji karakterišu vodnost nekog slivnog područja (Prohaska J. S., 2003.). Prema tome, to su prosječni godišnji proticaji na izlaznom profilu nekog slivnog područja, prosječni godišnji oticaji, ali i drugi statistički parametri koji u cjelini definišu karakteristike vodnog režima analiziranog na bazi prosječnih voda. U okviru postavljenog cilja osnovni zadaci ove hidrološke analize su : analiza hidroloških godišnjaka u cilju sagledavanja izvršenih hidroloških mjerenja i osmatranja, izbor mjerodavne dužine perioda za definisanje vodnosti sliva, proračun prosječne višegodišnje vrijednosti, raspodjela oticaja unutar godine, definisanje osobina vodnog režima prosječnih voda kroz prosječnu liniju trajanja i učestalosti proticaja, proračun vjerovatnoće pojave prosječnih voda, te prostorna raspodjela oticaja.

Imajući u vidu da je na rijeci Vrbanji predviđena izgradnja velikog broja malih hidroelektrana, od kojih su neke već u funkciji, ova hidrološka analiza predstavlja kvantifikaciju hidrološkog režima prosječnih voda koji predstavlja važnu podlogu pri izradi projektne dokumentacije za izgradnju i puštanje u pogon malih hidroelektrana na rijeci Vrbanji.

Rijeka Vrbanja desna je pritoka rijeke Vrbas, njena slivna površina obuhvata prostor od 789, 874 km². Sliv rijeke Vrbanje smješten je u zapadnom dijelu Republike Srpske, odnosno na sjeveroistoku sliva rijeke Vrbas. Hidrometrijska mjerenja na rijeci Vrbanji vršena su na hidrometrijskom profilu Obodnik i na hidrometrijskom profilu Vrbanja koji se nalazi na neposrednom ušću u rijeku Vrbas. Kontinuirana mjerenja na hidrometrijskom profilu Vrbanja u periodu 1926 – 1991. godine omogućila su formiranje hidrološke baze podataka koja je

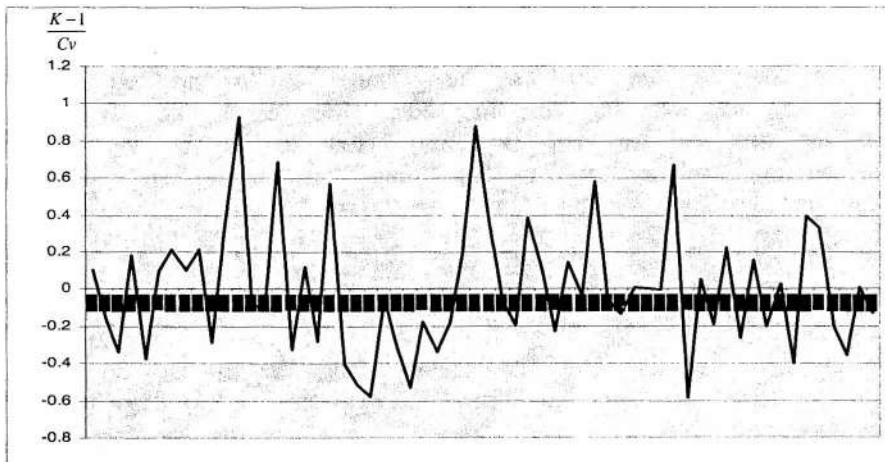
korištena pri definisanju karakteristika vodnog režima rijeke Vrbanje. Prema mjerenjima u hidrometrijskom profilu Vrbanja, rijeka Vrbanja ima prosječni proticaj od 15, 8052 m³/s u periodu od 1926 – 1991. godine, dok sliv prosječno primi i do 980 mm vodenog taloga.

2. Mjerodavna dužina perioda za određivanje vodnosti i prosječna višegodišnja vrijednost proticaja rijeke Vrbanje

Proračun prosječne višegodišnje vodnosti sliva zahtijeva analizu cikličnosti srednjegodišnjih proticaja u cilju definisanja mjerodavnog perioda obrade. Pojam cikličnosti definisan je kao hronološko smjenjivanje sušnih i vlažnih perioda, pri čemu se svaki period određenog vremenskog trajanja koji sadrži jedan sušni i jedna vlažni period, naziva hidrološki ciklus (Tošić R., 2003.). Prosječne vrijednosti hidrološkog ciklusa su najpribližnije višegodišnjim vrijednostima mjerenja koja se dobijaju obradom podataka mjerenja iz niza od 50, 75 ili 100 godina. Ovako definisane vrijednosti smatraju se reprezentativne, a kao mjerodavan period za ocjenu prosječne višegodišnje vodnosti uzima se onaj vremenski interval koji sadrži dva ili više ciklusa. Analiza cikličnosti godišnjih proticaja rijeke Vrbanje vršena je preko integralnih krivih modulnih odstupanja od prosječne vrijednosti, koje u suštini karakterišu zakonomjernosti smjenjivanja valažnih i sušnih perioda. Konstrukcija ove krive zahtijeva hronološko sumiranje veličina odstupanja modulnih koeficijenata serije srednje godišnjih proticaja od njihove prosječne višegodišnje vrijednosti. Apsolutne vrijednosti modulnih koeficijenta su opšteg karaktera varijabilnosti procesa srednjeg godišnjeg oticanja i nepogodne su za uporednu analizu cikličnosti, pa je stoga je uvedena nova promjenjiva koja po svojoj strukturi eliminiše uticaj apsolutne vrijednosti varijabilnosti, pošto se njene ordinate dijele sa koeficijentom varijacije. Predočena funkcija predstavlja integralnu krivu modulnih odstupanja, tako da vremenski periodi u kojima su vrijednosti krive pozitivne, odgovaraju valažnom periodu, a vremenski periodi u kojima su vrijednosti krive negativne, sušnom periodu (Tošić R., 2003.).

Tabela 1. Vrijednosti modulnih koeficijenata (K) i integralnih krivih modulnih odstupanja (K-1 / C_v)

Godina	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₀ niza
1926	17.1483	14.0967	12.0275	18.0433	11.5375	17.0258	18.4042	17.1317	18.4542	12.6	15.6469
K	1.07608	0.88458	0.75474	1.13224	0.72399	1.06839	1.15489	1.07503	1.15802	0.79067	0.98186
K-1/C _v	0.10363	-0.15721	-0.33408	0.18013	-0.37596	0.09316	0.21098	0.10221	0.21525	-0.28514	-0.0247
1936	19.8242	26.8167	14.9658	14.7625	24.0075	12.1658	17.325	12.625	22.5775	11.1858	17.6256
K	1.24399	1.68278	0.93913	0.92637	1.5065	0.76342	1.08717	0.79224	1.41677	0.70193	1.10603
K-1/C _v	0.33235	0.93004	-0.08292	-0.1003	0.68993	-0.32225	0.11873	-0.283	0.5677	-0.40602	0.14443
1946	9.895	9.1775	15.3225	12.1842	9.73083	13.8792	12.0175	13.7975	18.3658	26.1917	14.0562
K	0.62092	0.5759	0.96151	0.76457	0.61062	0.87094	0.75411	0.86581	1.15248	1.64356	0.88204
K-1/C _v	-0.51635	-0.57768	-0.05243	-0.32069	-0.53039	-0.1758	-0.33493	-0.18278	0.2077	0.87662	-0.16067
1956	20.0017	15.1842	13.635	20.4475	17.1125	13.3083	17.6242	15.5517	22.7367	15.2533	17.0855
K	1.25513	0.95283	0.85561	1.28311	1.07383	0.83512	1.10594	0.97589	1.42676	0.95717	1.07214
K-1/C _v	0.34752	-0.06426	-0.19667	0.38563	0.10057	-0.2246	0.1443	-0.03284	0.3813	-0.05834	0.09826
1966	14.35	16.015	15.9883	15.9242	23.7908	9.08	16.5467	13.6992	18.59	12.8725	15.6857
K	0.90048	1.00496	1.00329	0.99926	1.49291	0.56978	1.03833	0.85964	1.16655	0.80777	0.9843
K-1/C _v	-0.13556	0.00676	0.00448	-0.001	0.67141	-0.58602	0.0522	-0.19119	0.22686	-0.26185	-0.03139
1976	17.8033	13.5467	16.2717	11.2567	20.615	19.795	13.5833	11.7675	16.0417	14.4758	15.5157
K	1.11718	0.85007	1.02107	0.70637	1.29362	1.24216	0.85237	0.73843	1.00664	0.90838	0.97363
K-1/C _v	0.15962	-0.20422	0.0287	-0.39996	0.39995	0.32986	-0.20109	-0.3563	0.00904	-0.1248	-0.03592



Slika 1. Integralna kriva modulnih odstupanja srednje godišnjih proticaja Vrbanje - dijagram cikličnosti sušnih i vlažnih perioda rijeke Vrbanje za period 1926 – 1986. godine - hidrometrijski profil Vrbanja

Analizom integralne krive modulnih odstupanja od prosječne vrijednosti proticaja za niz od šezdeset godina, kao i na osnovu dijagrama cikličnosti sušnih i vodnih perioda moguće je u proteklom periodu izdvojiti četiri potpuna ciklusa.

Prvi makro ciklus trajao je od 1926 – 1936 godine i karakteriše ga vodnost prema karakteru funkcije $f(t)$, odnosno prema kvantitativnom pokazatelju vodnosti posmatranog perioda, koeficijentu K_{sr} koji iznosi 1.02.

Drugi makro ciklus trajao je od 1936 – 1950 godine, i ovaj ovaj ciklus karakteriše veći broj mikrociklusa po dvije i više godine, ali i vodnost perioda, što se može zaključiti na osnovu koeficijenta K_{sr} , koji iznosi 1.022. Treći makrociklus trajao je petnaest godina, odnosno od 1955 – 1970 godine, sa većim brojem sušnih i vlažnih perioda čiji su ciklusi trajali po nekoliko godina. Prema kvantitativnom pokazatelju vodnosti ovog perioda, odnosno koeficijentu K_{sr} od 0,98 razmatrani period od petnaest godina je sušniji. Četvrti ciklus u posmatranom periodu analize cikličnosti sušnih i vodnih perioda trajao je 16 godina ili od 1970 – 1986. godine. Izdvojeni ciklus karakteriše veći broj mikrociklusa po dvije ili tri godine, a prema koeficijentu K_{sr} od 0,93 ovaj period ima odlike sušnijeg perioda od mjerodavnog višegodišnjeg prosjeka. Dakle, u analizi cikličnosti sušnih i vodnih perioda rijeke Vrbanje, koristeći se metodom integralne krive modulnih odstupanja srednjegodišnjih proticaja, a u cilju utvrđivanja mjerodavne dužine perioda za definisanje vodnosti sliva, utvrđeno je da je posmatrana dužina niza reprezentativna za proračun prosječne višegodišnje vrijednosti mjesečnih i godišnjih proticaja.

Pored definisanja reprezentativnog niza važnu ulogu ima i definisanje homogenosti serije prosječne vodnosti, jer se brojne izmjene u slivu mogu odraziti na promjene u režimu oticanja i time narušiti prirodno stanje i time dovesti do nehomogenosti mjesečnih i godišnjih serija proticaja. Razlog inkosistencije hidroloških serija mogu biti različiti faktori (modifikatori), te je stoga neophodno prije određivanja prosječnih vrijednosti proticaja i drugih statističkih parametra ispitati homogenost. Homogenost hidroloških serija proticaja ispituje se korištenjem različitih metoda koje omogućavaju da se u posmatranoj hidrološkoj seriji utvrdi postoje li statističke značajnije promjene zbog nekih od prirodnih ili pak antropogenih aktivnosti. Utvrđivanje homogenosti najjednostavnije je principom dvostruke sumarne linije, dok ostale metode za ocjenu homogenosti uglavnom testiraju statističke parametre izračunate na bazi uzorka slučajno promjenjive x i to : srednju vrijednost serije i varijansu koja je ukazuje na varijaciju slučajno promjenjive X tokom perioda osmatranja. Testovima se ispituje da li navedeni statistički parametri, ocjenjeni na bazi dva uzorka obima n_1 i n_2 pripadaju istoj populaciji. U slučaju testiranja homogenosti hidrološke serije proticaja rijeke Vrbanje korišten je Normalni Z – test jer obim uzoraka n_1 i n_2 prelazi vrijednosti od 30 uzoraka.

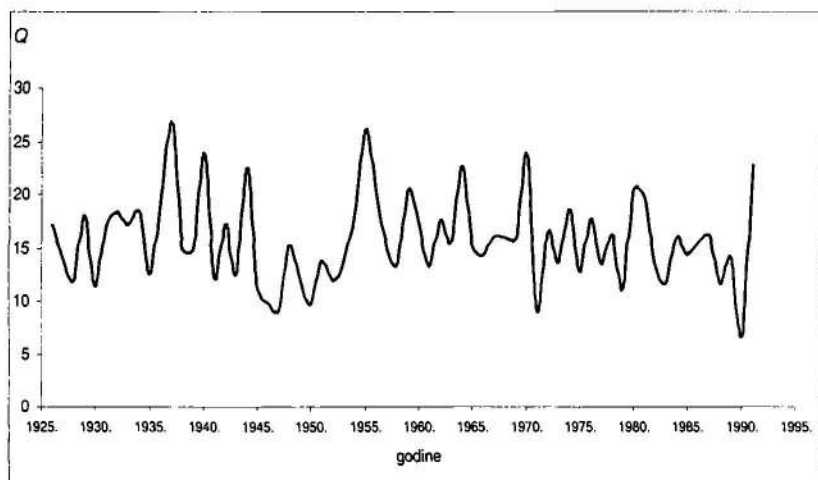
Poslije utvrđivanja reprezentativnog niza osmatranja i utvrđivanja homogenosti serije mjesečnih i godišnjih proticaja rijeke Vrbanje, određuje se statističkim postupcima prosječna višemjesečna i prosječna višegodišnja vrijednost proticaja.

Tabela 2. Srednje mjesečne vrijednosti proticaja rijeke Vrbanje i statistički parametri za period 1926 – 1991. godine - hidrometrijski profil Vrbanja

Parametri 1926-1991.	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Agust	Septembar	Oktober	Novembar	Decembar
Minimalni	5.71	5.3	4.09	3.14	4.1	2.07	1.66	1.62	1.47	1.35	3.09	2.85
Maksimalni	63.2	57.1	68.7	66	59.4	55.4	55.5	44.3	26.2	51.5	39.7	49.2
Interval	57.49	51.8	64.61	62.86	55.3	53.33	53.84	42.68	24.73	50.15	36.61	46.35
Suma	1174.46	1381.01	1554.15	1613.55	1210.37	1068.24	649.84	468.49	453.1	703.78	987.73	1252.98
Aritm. srednja	17.7948	20.9244	23.5477	24.4477	18.3389	16.1855	9.84606	7.09033	6.86515	10.6633	14.9636	18.9843
Mod	23.7	23.3	26.9	27.1	21.9	15.7	12.9	13.1	3.95	16	7.24	15.8
Medijana	17.65	20.3	22.3	19.6	15.3	14.55	7.44	4.525	5.09	6.883	12.9	17.15
Varijansa	79.0891	106.794	171.469	171.349	153.137	154.523	74.9815	62.1734	32.4813	118.711	73.5446	102.268
Stand. devijacija	8.8932	10.3341	13.0946	13.09	12.3749	12.4307	8.65919	7.88501	5.69923	10.6855	8.57582	10.1128
Koef. varijacije	49.9763	49.3879	55.6089	53.5429	67.4786	76.8018	87.9437	111.083	83.0169	102.177	57.3035	53.2684
Koef. usimetricije	2.12139	0.93725	1.22603	0.82805	1.41348	1.56531	2.72551	2.92448	1.67756	1.98253	0.6592	0.71998

Tabela 3. Srednja godišnja vrijednost proticaja rijeke Vrbanje za period 1926 – 1991. godine sa statističkim parametrima - hidrometrijski profil Vrbanja (u m³/s)

Period 1926 – 1991. godina	Min.	Max.	Interval	Suma	Aritm. srednja	Mod	Medijana	Varijansa	Stand. devijacija	Koef. varijacije	Koef. asimetricije
	1.35	68.7	67.35	12517.7	15.8052	13.1	13.1	141.699	11.9037	75.3154	1.3162



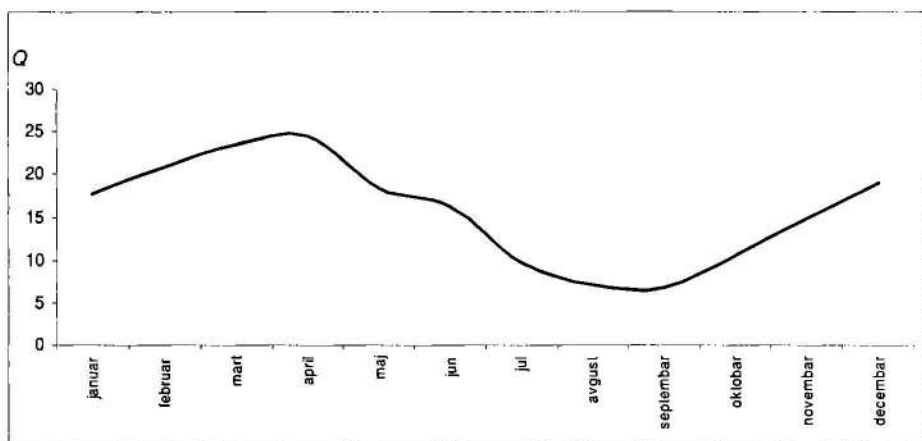
Slika 2. Dijagram prosječnih godišnjih vrijednosti proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – hidrometrijski profil Vrbanja

Dakle, poslije utvrđivanja reprezentativnosti i homogenosti odabranog niza osmatranja srednje godišnjih proticaja, te nakon statističke analize, definisana je srednja vrijednost mjesečnih proticaja u posmatranom periodu, ali i prosječna godišnja vrijednost proticaja rijeke Vrbanje (hidrometrijski profil Vrbanja) koja iznosi 15, 8052 m³/s.

3. Prosječna unutargodišnja raspodjela proticaja rijeke Vrbanje

Raspodjela oticanja voda tokom cijele godine veoma je bitan pokazatelj kako za vodoprivredu, tako i za ostale segmente eksploatacije voda. Budući da su nam poznate sezonske fluktuacije proticaja determinisane klimatskim karakteristikama slivnog područja, jedan od zadataka u okviru analize prosječnih voda rijeke Vrbanje je definisanje režima unutargodišnje raspodjele oticaja.

U praksi izdavanja režima raspodjele oticaja unutar godine prisutna je podjela na : jednostavni, složeni tip prvog reda i složeni tip drugog reda. Uzimajući u obzir fizičko – geografske karakteristike sliva rijeke Vrbanje, posebno klimatske karakteristike koje određuju količinu vlage, a time i vodnost, te nakon detaljne analize hidroloških serija oticaja u posmatranom periodu, može se zaključiti da rijeka Vrbanja ima odlike složenog režima prvog reda, snježno – kišni i kišni sa dvije sezone velikih voda (Prohaska, S., Ristić, V., 2001).



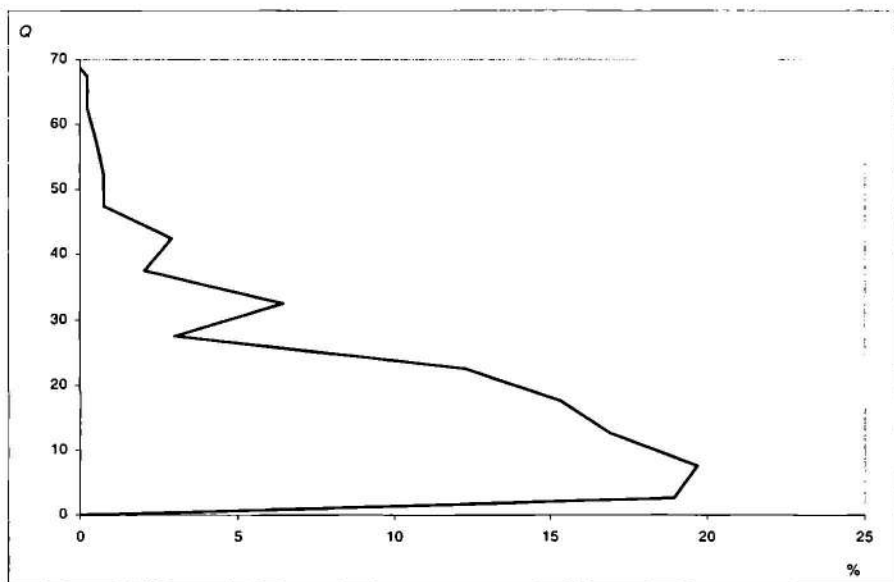
Slika 3. Dijagram prosječne unutargodišnje raspodjele oticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – hidrometrijski profil Vrbanja.

Definisani režim prosječne unutargodišnje raspodjele oticaja rijeke Vrbanje u posmatranom periodu potvrđuje i prikazani dijagram koji položajem krive u koordinatnom sistemu ukazuje na karakter količine i vremena oticaja. Međutim, za kvantitativnu ocjenu unutargodišnje raspodjele oticaja neophodna je analiza prosječnih linija učestalosti i prosječnih linija trajanja srednje mjesečnih proticaja rijeke Vrbanje u posmatranom periodu jer se na taj način ostvaruje uvid u ravnomjernost vodnosti, odnosno u vodni režim.

Tabela 4. Učestalost (asolutna i relativna) srednjemjesečnih proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – hidrometrijski profil Vrbanja

Interval		Učestalost apsolutna												God.
od	do	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	5	0	0	1	1	5	10	23	37	35	28	7	3	150
5	10	11	8	6	5	17	10	22	20	17	14	15	11	156
10	15	16	15	11	12	11	14	8	3	8	9	15	12	134
15	20	16	10	13	16	10	16	7	2	2	6	10	13	121
20	25	17	14	11	4	12	6	3	1	3	3	11	12	97
25	30	2	8	12	10	1	3	1	0	1	1	4	5	24
30	35	2	5	26	3	2	1	1	1	0	1	3	6	51
35	40	1	3	3	2	2	1	0	1	0	1	1	1	16
40	45	0	1	3	10	3	2	0	1	0	1	0	2	23
45	50	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	6
50	55	0	0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	0	6
55	60	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	4
60	65	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
65	70	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Suma		66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	792

Interval		Učestalost relativna %												God.
od	do	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	5	0.00	0.00	1.52	1.52	7.58	15.15	34.85	56.06	53.03	42.42	10.61	4.55	18.94
5	10	16.67	12.12	9.09	7.58	25.76	15.15	33.33	30.30	25.76	21.21	22.73	16.67	19.70
10	15	24.24	22.73	16.67	18.18	16.67	21.21	12.12	4.55	12.12	13.64	22.73	18.18	16.92
15	20	24.24	15.15	19.70	24.24	15.15	24.24	10.61	3.03	3.03	9.09	15.15	19.70	15.28
20	25	25.76	21.21	16.67	6.06	18.18	9.09	4.55	1.52	4.55	4.55	16.67	18.18	12.25
25	30	3.03	12.12	18.18	15.15	1.52	4.55	1.52	0.00	1.52	1.52	6.06	7.58	3.03
30	35	3.03	7.58	39.39	4.55	3.03	1.52	1.52	1.52	0.00	1.52	4.55	9.09	6.44
35	40	1.52	4.55	4.55	3.03	3.03	1.52	0.00	1.52	0.00	1.52	1.52	1.52	2.02
40	45	0.00	1.52	4.55	15.15	4.55	3.03	0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	3.03	2.90
45	50	0.00	1.52	1.52	1.52	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.00	1.52	0.76
50	55	0.00	0.00	1.52	1.52	0.00	3.03	1.52	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	0.76
55	60	0.00	1.52	0.00	0.00	3.03	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51
60	65	1.52	0.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
65	70	0.00	0.00	1.52	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
Suma		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

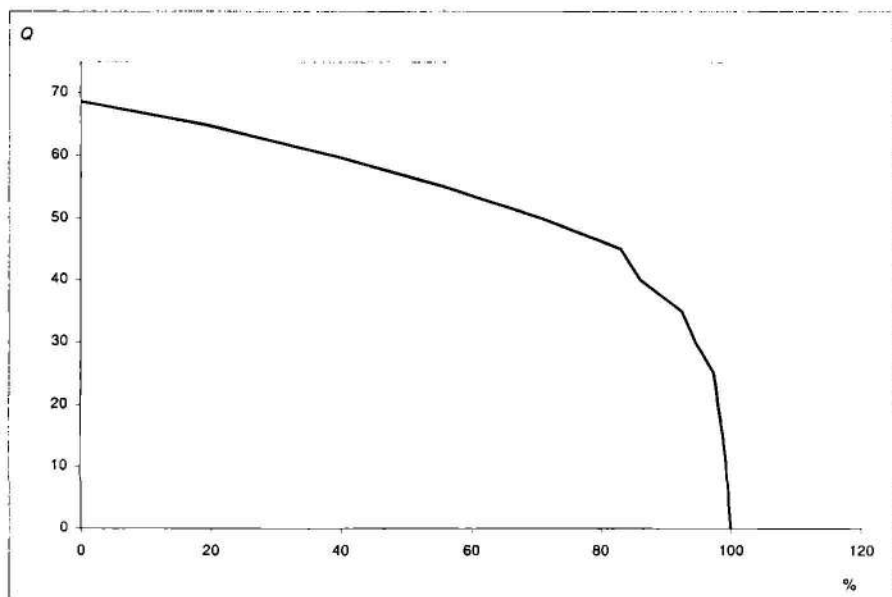


Slika 4. Dijagram učestalosti (relativna) srednjemjesečnih proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – hidrometrijski profil Vrbanja

Tabela 5. Trajanje (kumulativna frekvencija i relativna učestalost trajanja) srednjemjesečnih proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – hidrometrijski profil Vrbanja

Interval		Trajanje (kumulativna frekvencija)												God.
od	do	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	5	0	0	1	1	5	10	23	37	35	28	7	3	150
5	10	11	8	7	6	22	20	45	57	52	42	22	14	306
10	15	27	23	18	18	33	34	53	60	60	51	37	26	440
15	20	43	33	31	34	43	50	60	62	62	57	47	39	561
20	25	60	47	42	38	55	56	63	63	65	60	58	51	658
25	30	62	55	30	48	56	59	64	63	66	61	62	56	682
30	35	64	60	56	51	58	60	65	64	66	62	65	62	733
35	40	65	63	59	53	60	61	65	65	66	63	66	63	749
40	45	65	64	62	63	63	63	65	66	66	64	66	65	772
45	50	65	65	63	64	64	63	65	66	66	65	66	66	778
50	55	65	65	64	65	64	65	66	66	66	66	66	66	784
55	60	65	66	64	65	66	66	66	66	66	66	66	66	788
60	65	66	66	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	790
65	70	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	792

Interval		Učestalost relativna %												God.
od	do	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	5	0.00	0.00	1.52	1.52	7.58	15.15	34.85	56.06	53.03	42.42	10.61	4.55	18.04
5	10	16.67	12.12	10.61	9.09	33.33	30.30	68.18	86.36	78.79	63.64	33.33	21.21	38.64
10	15	40.91	34.85	27.27	27.27	50.00	51.52	80.30	90.91	90.91	77.27	56.06	39.39	55.56
15	20	65.15	50.00	46.97	51.52	65.15	75.76	90.91	93.94	93.94	86.36	71.21	59.09	70.83
20	25	90.91	71.21	63.64	57.58	83.33	84.85	95.45	95.45	98.48	90.91	87.88	77.27	83.08
25	30	93.94	83.33	45.45	72.73	84.85	89.39	96.97	95.45	100.00	92.42	93.94	84.85	86.11
30	35	96.97	90.91	84.85	77.27	87.88	90.91	98.48	96.97	100.00	93.94	98.48	93.94	92.55
35	40	98.48	95.45	89.39	80.30	90.91	92.42	98.48	98.48	100.00	95.45	100.00	95.45	94.57
40	45	98.48	96.97	93.94	95.45	95.45	95.45	98.48	100.00	100.00	96.97	100.00	98.48	97.47
45	50	98.48	98.48	95.45	96.97	96.97	95.45	98.48	100.00	100.00	98.48	100.00	100.00	98.23
50	55	98.48	98.48	96.97	98.48	96.97	98.48	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.99
55	60	98.48	100.00	96.97	98.48	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.49
60	65	100.00	100.00	98.48	98.48	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.75
65	70	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Slika 5. Dijagram – kriva trajanja srednjemjesečnih proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – hidrometrijski profil Vrbanja

Analiza prosječne linije učestalosti i prosječne linije trajanja srednjemjesečnih proticaja rijeke Vrbanje, provedena je sa ciljem, da se rezultati dijagrama prosječne unutargodišnje raspodjele oticaja rijeke Vrbanje u analiziranom periodu i kvantitativno dokumentuju. Sa postojećih dijagrama, odnosno linija učestalosti i linija trajanja moguće je izvršiti očitavanja vrijednosti proticaja za određene procenete trajanja i procenete učestalosti. Vrijednosti proticaja koje odgovaraju za tražene procenete trajanja moguće je tabelarno obraditi i na taj način prikazati učestalost i trajanje proticaja u posmatranom periodu. Međutim, zbog skromnog prostora za unošenje još nekoliko tabela, vizuelnom analizom dijagrama moguće je jasno očitati procentualne zastupljenosti trajanja pojedinih proticaja u toku godine, kao i vrijednosti njihove učestalosti, što bez sumnje ukazuje na postojeće varijacije proticaja, a time i na karakter vodnog režima koji je definisan kroz unutargodišnju raspodjelu oticaja.

Tabela 6. Odnos višegodišnjih prosjeka mjesečnih proticaja i višegodišnjih srednjih prosjeka proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine – profil Vrbanja ($Q_{sr\ mjes.}/Q_{sr\ god.}$)

Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1926	1.29459	0.75226	0.7406	0.58898	0.90971	1.39372	3.23647	0.76392	0.24667	0.29799	0.4222	1.3529
1927	1.47553	0.73067	1.37621	0.8087	0.8087	0.71648	0.11776	0.27666	0.87255	1.13502	1.56775	2.11397
1928	0.88131	0.61526	0.86469	1.1074	1.38017	0.656	0.23446	0.35623	0.42552	1.26377	1.5132	2.76866
1929	1.3135	1.29134	0.9976	1.76242	1.88989	1.88603	0.34702	0.46444	0.30371	0.45834	1.32459	0.46117
1930	1.00542	1.67281	1.43012	1.25677	0.97941	0.44377	0.39323	0.51484	0.46197	1.34345	1.00542	1.49079
1931	1.59757	1.5036	2.15555	0.65782	1.15707	0.53096	0.26313	0.10102	0.59791	2.2319	0.76942	0.43405
1932	0.98891	0.78787	1.54313	3.58614	0.41838	1.29319	0.44555	0.17279	0.10161	0.7607	1.17365	0.7281
1933	0.45121	1.10906	1.33671	1.58187	2.33466	0.82887	0.24749	0.13542	0.22298	0.52943	1.32503	1.89707
1934	1.24633	0.97539	1.83156	0.39124	0.2536	0.99165	0.86159	0.52021	1.27343	1.62744	1.67442	0.32784
1935	0.65556	1.88095	1.57937	2.35714	1.37016	0.4873	0.31429	0.58016	0.14286	0.39127	0.98413	1.89683
1936	0.97356	2.88022	1.81092	0.91303	0.94834	0.77883	0.41868	0.08777	0.27189	1.48868	1.03914	0.39144
1937	0.75699	1.24972	1.24549	1.74891	0.90988	0.55562	0.62648	1.17464	0.54817	0.33325	1.48042	1.17091
1938	1.30965	1.71724	1.8442	1.71724	1.46333	0.66819	0.28933	0.48444	0.74169	0.25458	0.7751	0.73301
1939	1.05673	0.63881	1.63251	1.37511	1.36156	1.11092	0.26147	0.19306	0.27231	0.75577	1.74767	1.56478
1940	0.81641	1.04967	0.96636	1.75778	0.97053	2.2368	0.91221	0.30157	0.16453	0.66646	1.44538	0.71228
1941	1.86588	0.94527	0.47839	1.52065	0.78581	0.3403	0.30824	0.28112	1.30694	1.61929	1.68505	0.86307
1942	1.06205	1.44877	2.34343	1.85281	0.93506	1.80087	0.3215	0.13911	0.11025	0.0987	1.12554	0.7619
1943	1.0297	1.20296	0.32396	0.90869	1.40599	3.3305	0.77941	0.17584	0.16158	0.16238	2.18614	0.89505
1944	0.65995	1.04529	1.41291	2.41391	0.58465	0.2405	0.19931	0.15502	0.56251	1.81597	1.2136	1.69638
1945	0.81355	2.18133	0.83409	1.2784	0.44431	0.42196	0.50063	0.53013	0.69552	1.04597	1.13336	2.11875
1946	1.07125	3.143	1.95048	0.8479	0.67307	0.48105	0.28802	0.26074	0.16574	0.34765	1.89945	0.87115
1947	1.02424	2.44075	2.0267	0.34214	0.9356	1.19858	0.81395	0.50538	0.3356	0.35413	0.6298	1.37292
1948	1.46843	1.10948	0.48621	1.15516	0.4712	3.56991	1.02464	0.1612	0.42748	0.69832	1.1878	0.24017
1949	0.82894	0.46125	2.10929	1.57582	1.93335	1.64147	0.30173	0.2019	0.2175	0.16497	0.61719	1.52657
1950	0.91154	1.51066	1.77785	1.49228	0.82829	0.21273	0.23431	0.18703	0.24561	0.24458	1.0987	3.27824
1951	0.9943	1.44101	1.78685	1.49144	1.20324	0.86461	0.63188	0.46328	0.13329	0.25938	0.98709	1.74362
1952	1.02351	1.14833	1.01319	1.28979	0.57167	0.2954	0.17891	0.14645	0.24548	0.4768	2.37096	2.83753
1953	1.18862	1.60174	1.08155	1.01468	1.58724	2.88458	0.94945	0.5443	0.43051	0.26527	0.23309	0.20656
1954	0.84396	0.75684	1.35578	2.06361	2.33041	0.71328	0.2227	0.14483	0.14375	0.87663	1.31272	1.25999
1955	0.39707	1.37721	1.02704	1.33666	0.3818	0.90251	1.31339	1.3763	0.54598	1.96627	0.67539	0.75997
1956	0.92492	0.77494	1.72486	1.90492	2.96975	2.76977	0.61995	0.14699	0.08299	0.11499	0.26598	0.69944
1957	0.77713	1.97574	0.42743	0.85615	2.49844	1.03397	0.27002	0.67697	1.42753	0.67175	0.71127	0.73761
1958	0.79941	0.88742	2.86762	3.27833	1.0121	0.3447	0.3095	0.2095	0.18995	0.23396	0.3799	1.49615
1959	0.89008	0.55753	0.87541	1.04658	0.73359	2.00338	0.96803	1.3461	0.38	0.19073	1.17863	1.96112
1960	1.82907	1.13151	1.32067	1.42001	1.02849	0.33367	0.75383	0.47334	0.22557	0.55398	1.34405	1.2038
1961	1.28491	1.2248	0.82655	1.42016	3.0958	0.85661	0.39825	0.26255	0.1593	0.20213	0.68829	1.57796
1962	0.86245	1.58873	3.10937	2.53331	0.543	0.24285	0.38327	0.14242	0.11859	0.13901	0.66954	1.64547
1963	2.25056	2.11533	1.53681	1.25389	0.81663	1.03526	0.3498	0.30543	0.45333	0.49255	0.37424	1.01597
1964	1.28867	1.65811	1.40742	1.19191	0.88403	0.75209	0.63334	0.49699	0.30523	0.23262	1.19191	1.26668
1965	1.23252	1.28497	1.85533	1.84222	2.68794	0.56314	0.20651	0.15013	0.31108	0.14161	0.66871	1.03584
1966	1.63763	1.47038	1.5331	1.80488	1.02439	0.50953	0.54007	0.37003	0.27526	0.32404	0.73252	1.74216
1967	1.28629	1.19263	1.60994	2.19221	1.42367	1.04902	0.83672	0.21667	0.44771	0.21542	0.26163	1.2301
1968	1.14458	2.20786	0.76931	0.74429	0.25644	1.36349	0.30772	1.1008	1.63869	0.94661	0.86938	1.1008
1969	0.91057	2.88869	1.28107	1.77717	0.60997	1.45063	0.9922	0.51871	0.3636	0.14569	0.29201	0.77869
1970	2.65649	1.82093	1.84105	1.74017	0.86188	0.71876	0.77761	0.25346	0.17149	0.25892	0.40436	0.49399
1971	1.83921	1.38767	2.10352	1.59692	0.48128	0.72703	0.2467	0.28304	0.40639	0.41189	0.79736	1.67401
1972	0.50161	0.70709	0.4309	1.13014	0.80739	0.26168	0.98509	2.67728	1.01531	1.48066	1.22079	0.74566
1973	0.41681	1.51834	1.68623	3.00018	0.65697	0.91246	0.47886	0.20901	0.42922	0.44893	0.58763	1.66433
1974	1.08661	0.74233	0.63475	0.89833	1.26412	1.36995	0.6724	0.25605	0.47445	2.46369	1.28564	0.86068
1975	0.94776	1.58186	0.85453	1.1109	1.92659	0.91668	1.60808	0.7551	0.51661	0.8623	1.76627	0.65333
1976	0.42071	0.6965	1.03598	1.58397	0.90433	1.65999	1.14024	1.01666	0.67965	0.48586	0.71335	1.64576
1977	0.86368	1.69781	0.8563	1.90453	0.46727	0.29306	0.68799	0.46654	0.54774	0.81939	1.15157	2.24409
1978	1.1984	2.00348	1.51798	1.08163	1.57943	1.16153	0.70675	0.2489	0.86039	0.45601	0.1899	0.99556
1979	2.22091	1.96328	0.74978	0.80841	0.69648	0.33669	0.85727	0.25229	0.21943	0.41309	1.59905	1.88333
1980	1.1642	1.27092	0.81009	1.84817	2.72132	1.03323	0.30027	0.18191	0.16687	0.21829	0.87151	1.41159
1981	1.1215	1.22758	3.47057	0.79818	0.50518	0.8786	0.33039	0.2433	0.32129	0.35464	0.60621	2.18237
1982	1.06012	0.39018	1.98037	1.99509	1.17791	1.28834	0.56761	0.63972	0.33276	0.77301	0.49325	1.31043
1983	2.01402	0.28201	1.41916	1.6741	0.38921	1.33418	0.6416	0.37476	0.55662	0.37476	0.30933	0.83025
1984	0.89143	1.45247	2.63688	2.53091	1.30286	0.47439	0.46192	0.43823	0.47751	0.62151	0.43387	0.77809
1985	1.6234	0.65627	1.8899	3.04646	0.98095	0.46008	0.26112	0.59409	0.29014	0.16372	0.91877	1.11911
1986	1.39059	0.90973	1.78047	1.0267	0.93572	1.81946	1.83896	0.5062	0.28137	0.41253	0.60302	0.49515
1987	2.30674	1.27396	0.81014	2.62214	2.86333	0.47124	0.28693	0.1744	0.09091	0.08349	0.46197	0.55473
1988	0.78304	0.86245	3.46503	1.5289	0.84366	0.46794	0.18957	0.14687	0.3595	0.22116	0.35213	0.77706
1989	0.43649	0.39649	1.07368	0.50807	0.23292	1.24211	0.90526	0.9193	1.61404	1.74737	0.40772	0.41965
1990	0.89297	1.09242	1.55628	2.76505	0.86729	0.92017	0.37925	0.24477	0.22362	0.28788	0.95332	2.17577
1991	1.03727	1.74192	2.07017	1.93887	0.80531	0.69152	0.31293	0.09541	0.13174	0.21621	0.80531	2.15333

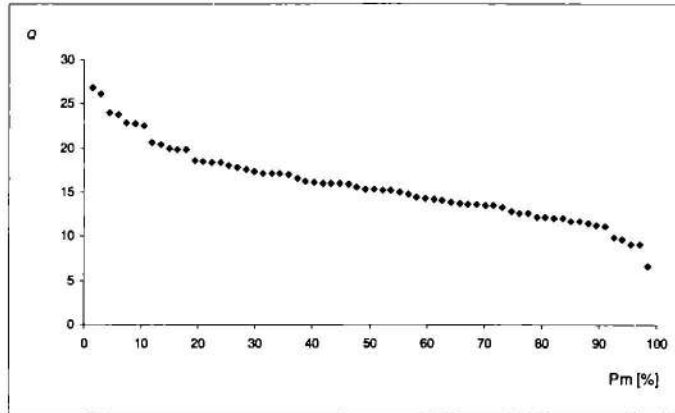
U cilju obezbjeđivanja što očiglednijeg prikaza značaja vremenske raspodjele proticaja analizirani su međusobni odnosi parametara hidrološkog režima. Pri tome su u Tabeli 6. prikazani odnosi između višegodišnjih prosjeka mjesečnih proticaja i višegodišnjih srednjih prosjeka proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine kojima se najčešće operiše u praktičnom radu kod projektovanja različitih hidrotehničkih objekta ili pri planiranju određenih vodoprivrednih rješenja. Stoga, analiza ovih parametara upućuje na zaključak da su moduli srednjih mjesečnih proticaja različiti za svaki mjesec, odnosno da variraju u određenim granicama. Stepenn variranja razlikuje se od mjeseca do mjeseca, a najizraženiji je u onim mjesecima kada su dominantne pojave velikih voda, kao i u godinama koje su više ili manje sušne što u suštini ukazuje na karakter vodnog režima samog toka.

4. Analiza vjerovatnoće pojave prosječnih voda i prostorna raspodjela oticaja rijeke Vrbanje

Podatke osmatranja srednjegodišnjih proticaja na rijeci Vrbanji možemo posmatrati i kao slučajne varijable, pri čemu se najčešće pristupa proračunu vjerovatnoće pojave pojedinih proticaja. Dakle, najznačajniji zadatak s obzirom na raspoložive podatke hidrometrijskih mjerenja i statističke obrade u cilju definisanja reprezentativnosti i homogenosti je definisanje vjerovatnoće pojave srednje godišnjih proticaja, odnosno učestalosti pojedine hidrološke pojave koja se u hidrološkim analizama najčešće iskazuje povratnim intervalom pojave. U tom smislu, za proračun vjerovatnoće srednjegodišnjih vrijednosti proticaja rijeke Vrbanje korištene su klasične statističke procedure, kao i empirijska vjerovatnoće po obrascu Weibulla, ali i analiza hidrološke promjenjive na bazi prilagođavanja teorijskih funkcija Normalne i Pearson III raspodjele.

Tabela 7. Empirijske vjerovatnoće srednje godišnjih proticaja rijeke Vrbanje u periodu 1926 – 1991. godine po Weibullu

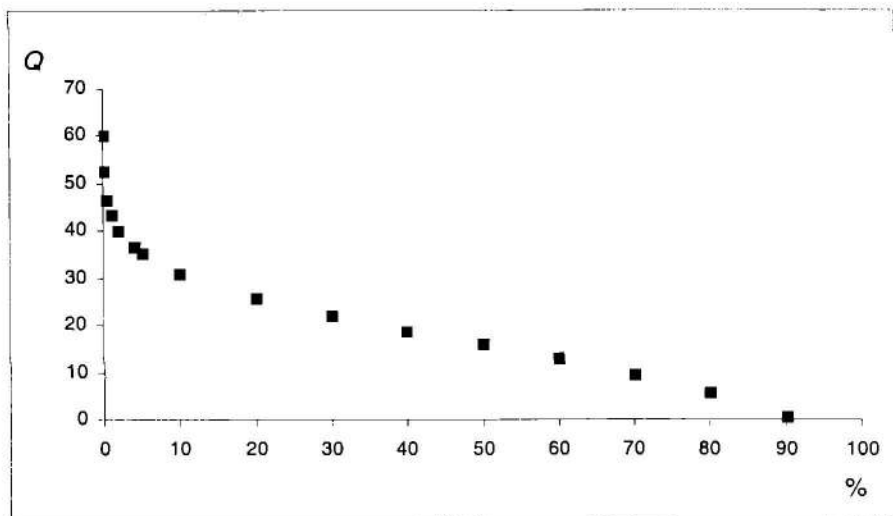
$\bar{Q} \downarrow$	Pm [%]
26.81667	1.4925
26.19167	2.9851
24.0075	4.4776
23.79083	5.9701
22.84033	7.4627
22.73667	8.9552
22.5775	10.448
20.615	11.94
20.4475	13.433
20.00167	14.925
19.82417	16.418
19.795	17.91
18.59	19.403
18.45417	20.896
18.40417	22.388
18.30583	23.881
18.04333	25.373
17.80333	26.866
17.62417	28.358
17.325	29.851
17.14833	31.343
17.13167	32.836
17.1125	34.328
17.02583	35.821
16.54667	37.313
16.27167	38.806
16.17	40.299
16.04167	41.791
16.015	43.284
15.98833	44.776
15.92417	46.269
15.55167	47.761
15.38917	49.254
15.3225	50.746
15.25333	52.239
15.18417	53.731
14.96583	55.224
14.7625	56.716
14.47583	58.209
14.35	59.701
14.25	61.194
14.09667	62.687
13.87917	64.179
13.7975	65.672
13.69917	67.164
13.635	68.657
13.58333	70.149
13.54667	71.642
13.30833	73.134
12.8725	74.627
12.625	76.119
12.6	77.612
12.18417	79.104
12.16583	80.597
12.0275	82.09
12.0175	83.582
11.7675	85.075
11.71083	86.567
11.5375	88.06
11.25667	89.552
11.18583	91.045
9.895	92.537
9.730833	94.03
9.1775	95.522
9.08	97.015
6.618333	98.507



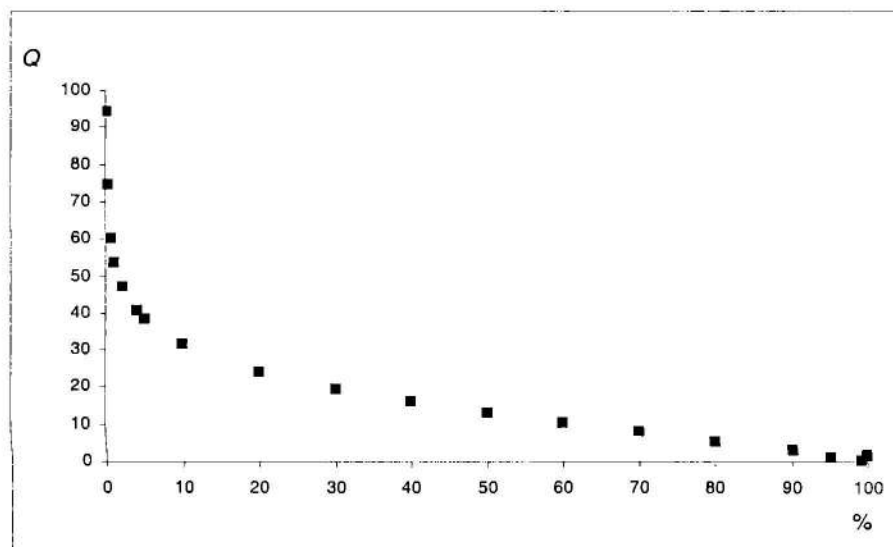
Slika 6. Dijagram empirijske vjerovatnoće pojave srednje godišnjih proticaja rijeke Vrbanje za period 1926 – 1991. godine po obrascu Weibulla

Tabela 8. Vjerovatnoće srednje godišnjih proticaja rijeke Vrbanje po Normalnom zakonu raspodjele i po Pearson III zakonu raspodjele

Normalan zakon raspodjele			Pearson III zakon raspodjele				
F(x)	P(x) %	X _p	F(x)	P(x) %	K _p (T)	X _p	X _p
0.0001	99.99	-28.465	0.0001	99.99	-1.53	-2.4075422	2.41
0.001	99.9	-20.9801	0.001	99.9	-1.48	-1.8123552	1.81
0.01	99	-11.8871	0.01	99	-1.38	-0.6219812	0.62
0.05	95	-3.77473	0.05	95	-1.2	1.520692	1.52
0.1	90	0.549923	0.1	90	-1.05	3.306253	3.31
0.2	80	5.78674	0.2	80	-0.84	5.8060384	5.81
0.3	70	9.562853	0.3	70	-0.63	8.3058238	8.31
0.4	60	12.7894	0.4	60	-0.43	10.6865718	10.69
0.5	50	15.80518	0.5	50	-0.21	13.3053946	13.31
0.6	40	18.82096	0.6	40	0.04	16.2813296	16.28
0.7	30	22.04751	0.7	30	0.33	19.7334142	19.73
0.8	20	25.82362	0.8	20	0.72	24.3758728	24.38
0.9	10	31.06044	0.9	10	1.34	31.7561916	31.76
0.95	5	35.38509	0.95	5	1.92	38.6603608	38.66
0.96	4	36.64489	0.96	4	2.11	40.9220714	40.92
0.98	2	40.25247	0.98	2	2.67	47.5881658	47.59
0.99	1	43.49742	0.99	1	3.21	54.0161854	54.02
0.995	0.5	46.46718	0.995	0.5	3.76	60.5632424	60.56
0.999	0.1	52.5905	0.999	0.1	4.96	74.8477304	74.85
0.9999	0.01	60.07539	0.9999	0.01	6.64	94.8460136	94.85



Slika 7. Dijagram vjerovatnoće pojave srednjegodišnjih proticaja rijeke Vrbanje po normalnom zakonu raspodjele za period 1926 – 1991. godina – hidrometrijski profil Vrbanja



Slika 8. Dijagram vjerovatnoće pojave srednjegodišnjih proticaja rijeke Vrbanje po Pearson III zakonu raspodjele za period 1926 – 1991. godina – hidrometrijski profil Vrbanja

Analiza vjerovatnoće pojave srednjegodišnjih proticaja rijeke Vrbanje u posmatranom periodu, korištenjem empirijskih i teorijskih funkcija raspodjele omogućila je uvid u vrijednosti vjerovatnoće pojave pojedinih proticaja u toku godine. U većini slučajeva ovi podaci, kao i podaci krive taranja i krive učestalosti koriste se kao polazna osnova pri budućoj detaljnoj hidrološkoj analizi, koja će obuhvatiti analizu svih raspoloživih serija podataka proticaja, (minimalnih, srednjih i maksimalnih) u cilju definisanja varijacija unutargodišnjeg režima oticaja rijeke Vrbanje.

Prostorna raspodjela oticaja vezana je za analizu prosječni oticaja na hidrometrijskim profilima gdje postoje hidrološka osmatranja i na osnovu čega je moguće proračunati vrijednosti specifičnog oticaja. Specifični oticaj sa slivne površine rijeke Vrbanje determinisan je fizičkogeografskim karakteristikama sliva, a budući da se vrijednost specifičnog oticaja odnosi na cijeli sliv, njegova vrijednost teoretski odgovara težištu sliva uzvodno od hidrometrijskog profila Vrbanja gdje su vršena osmatranja. Pored podataka koji omogućuju uvid u vrijednosti oticaja sa jedinice površine što je od velike praktične važnosti, podaci ovog proračuna predstavljaju osnovu za izradu karte izolinija specifičnog oticaja za sliv, ali i za izradu karata izolinija specifičnog oticaja za širi hidrološki rejon.

Tabela 9. Vrijednosti srednje godišnjih proticaja, specifičnih oticaja, zapremine otkle vode i visine sloja oticaja rijeke Vrbanje za period 1926 – 1991. godina – hidrometrijski profil Vrbanja

Godina	\bar{Q}_t	q (l/s/km ²)	W (m ³)	h (mm/god)
1926	17.1483	22.683	541201400	715.875
1927	14.0967	18.6464	444890800	588.48
1928	12.0275	15.9094	379587900	502.1
1929	18.0433	23.8668	569447600	753.238
1930	11.5375	15.2612	364123500	481.645
1931	17.0258	22.5209	537335300	710.761
1932	18.4042	24.3441	580835500	768.301
1933	17.1317	22.6609	540675400	715.179
1934	18.4542	24.4103	582413500	770.388
1935	12.6	16.6667	397656000	526
1936	19.8242	26.2224	625650700	827.58
1937	26.8167	35.4718	846334000	1119.49
1938	14.9658	19.7961	473231700	624.764
1939	14.7625	19.5271	465904500	616.276
1940	24.0075	31.756	757676700	1002.22
1941	12.1658	16.0924	383953700	507.875
1942	17.325	22.9167	546777000	723.25
1943	12.625	16.6997	398445000	527.044
1944	22.5775	29.8644	712545900	942.521
1945	11.1858	14.7961	353024900	466.964
1946	9.895	13.0886	312286200	413.077
1947	9.1775	12.1396	289641900	383.124
1948	15.3225	20.2679	483578100	639.654
1949	12.1842	16.1166	384532300	508.641
1950	9.73083	12.8715	307105100	406.224
1951	13.8792	18.3587	438026500	579.4
1952	12.0175	15.8962	379272300	501.683
1953	13.7975	18.2507	435449100	575.991
1954	18.3658	24.2934	579625700	766.701
1955	26.1917	34.6451	826609000	1093.4
1956	20.0017	26.4572	631252600	834.99
1957	15.1842	20.0849	479212300	633.879
1958	13.635	18.0357	430320600	569.207
1959	20.4475	27.047	645323100	853.602
1960	17.1125	22.6356	540070500	714.379
1961	13.3083	17.6036	420011000	555.57
1962	17.6242	23.3124	556218700	735.739
1963	15.5517	20.571	490810600	649.22
1964	22.7367	30.075	717569200	949.166
1965	15.2533	20.1764	481395200	636.766
1966	14.35	18.9815	457886000	599.056
1967	16.015	21.1839	505433400	668.563
1968	15.9883	21.1486	504591800	667.449
1969	15.9242	21.0637	502566700	664.771
1970	23.7908	31.4694	750838700	993.173
1971	9.08	12.0106	286564800	379.054
1972	16.5467	21.8871	522212800	690.758
1973	13.6992	18.1206	432345700	571.886
1974	18.59	24.5899	586700400	776.059
1975	12.8725	17.0271	406256100	537.376
1976	17.8033	23.5494	561873200	743.219
1977	13.5467	17.9189	427532800	565.52
1978	16.2717	21.5234	513533800	679.278
1979	11.2567	14.8898	355260400	469.921
1980	20.615	27.2685	650609400	860.594
1981	19.795	26.1839	624730200	826.363
1982	13.5833	17.9674	428690000	567.05
1983	11.7675	15.5655	371382300	491.246
1984	16.0417	21.2191	506275000	669.676
1985	14.4758	19.1479	456857300	604.309
1986	15.3892	20.356	485682100	642.437
1987	16.17	21.3889	510325200	675.033
1988	11.7108	15.4905	369593900	488.881
1989	14.25	18.8492	449730000	594.881
1990	6.61833	8.75441	208874600	276.289
1991	22.8483	30.2227	721093400	953.827

5. Zaključna razmatranja

Analizom prosječnih voda rijeke Vrbanje omogućeno je, s obzirom na reprezentativno izabrani niz, definisanje opštih karakteristika vodnog režima rijeke Vrbanje. Iz tog razloga, kvalifikovano je razmatrana dužina perioda za određivanje vodnosti, prosječna višegodišnja vrijednost proticaja posmatranog vodotoka, prosječne unutargodišnje raspodjele proticaja rijeke Vrbanje, analiza vjerovatnoće pojave prosječnih voda i prostorna raspodjela oticaja rijeke Vrbanje.

Polazeći od premise da se pod pojmom (terminom) „režim prosječnih voda“ podrazumijevaju svi kvantitativni pokazatelji vodnog režima u prirodnom vodotoku (ili slivu), koji karakterišu vrijednost određenog posmatranog slivnog područja, pokazali smo mjerodavnost prosječnih voda rijeke Vrbanje, kao ključnog elementa pri izboru objekata za uređenje vodnog režima, kao i objekata i mjera za korišćenje i upotrebu voda, zaštitu voda i zaštitu od voda u sklopu vodoprivrednih rješenja.

Podaci koje smo prezentovali u našoj analizi, a koji su neizostavni segment hidroloških studija, predstavljaju jednu od osnovnih podloga pri izradi projektne dokumentacije kod izbora adekvatnih vodoprivrednih rješenja.

Kod određivanja mjerodavne dužine perioda za vodnost i određivanje prosječne dugogodišnje vrijednosti proticaja rijeke Vrbanje, imalismo u vidu činjenicu da proračun prosječne višegodišnje vodnosti određenog sliva zahtijeva analizu „cikličnosti“ srednjegodišnjih proticaja u cilju definisanja reprezentativnog perioda obrade. Pod pojmom „cikličnosti“ podrazumijeva se zakonitost smjenjivanja vlažnih i sušnih godina, pri čemu jedan ciklus obuhvata jedan vlažni i jedan sušni period. Analiza cikličnosti godišnjih proticaja rijeke Vrbanje vršena je preko integralnih krivih modulnih odstupanja od prosječnih vrijednosti. Analizom te krive za niz od šezdeset godina, kao i na osnovu dijagrama cikličnosti sušnih i vodnih perioda izdvojili smo u posmatranom periodu četiri potpuna ciklusa. Kada je u pitanju prosječna raspodjela oticaja unutar godine, naglašavamo da je to izuzetno bitan pokazatelj sa stanovišta vodoprivrede. Jasno je da postoje sezonske fluktuacije (kolebanja) proticaja i vodostaja, prouzrokovane klimatskim modifikatorima, koje utiču na riječni oticaj. Na karakter unutargodišnjeg režima oticaja utiču: vegetacija, pedosferni kompleks, geološke, karstne i limnološke odlike i antropogeni faktori. Uzimajući u obzir fizičkogeografske odlike sliva Vrbanje, posebno klimatske odlike koje determinišu količinu vlage i vodnost, u skladu s hidrološkim serijama u posmatranom periodu, možemo zaključiti da rijeka Vrbanja ima odlike složenog sistema prvog reda, i to: prelazni snježni tip, snježno – kišni tip i kišni režim, sa dvije sezone velikih voda.

6. Literatura i izvori

1. Prohaska J. S., 2003, Hidrologija I deo (hidro- meteorologija, hidrometrija i vodni režim), Rudarsko – geološki fakultet Beograd, Beograd.
2. Tošić R., 2003, Analiza cilkičnosti sušnih i vodnih perioda na rijeci Ukrini, Glasnik Geografskog društva Republike Srpske, Sveska 8, Banja Luka.
3. Tošić, R., Crnogorac, Č., 2005, Praktikum iz hidrologije (I dio Potamologija), Geografsko društvo Republike Srpske, Banja Luka.
4. Savezni Hidrometeorološki zavod, Podaci godišnjaka saveznog hidrometeorološkog zavoda, Beograd.
5. Prohaska, S., Ristić, V., 2001, Hidrologija kroz teoriju i praksu, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko – geološki fakultet, Beograd.
6. Jovanović, S., 1987, Primjena matematičke statistike u hidrologiji, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
7. Srebrenović, D., 1985, Primjenjena hidrologija, Tehnička knjiga, Zagreb.

Summary

The analyze of the average waters of the Vrbanja river has enabled, considering the representatively selected sequence, definition of the global characteristics of water regime of the Vrbanja river. From that reason the following have been considered: the length of the period for determination of watery, the average perennial value of the flow, average allotment of the flow of Vrbanja river within a year, the analysis of the proximity of appearance of average waters as well as the spatial allotment of the Vrbanja river swelling.

Starting from the premise that under the term of „average waters regime“ all quantitative indexes of the water regime in the natural flow are connotated, and which characterize the value of the monitored basin area, we have shown the authority of the average waters of Vrbanja river, as the key element for the selection of the objects for regulation of the water regime as well as the objects and measures for usage and adhibition of waters, their protection inside the solutions of water economy. The data we have presented in our analysis, and which are obligation segment of the hidrological studies, represent one of the basic background at developing of the project documentation for adequate water-economy solutions.

When it is about the average allotment of the flow inside a year, we emphasize that it is a very important index by the standpoint of water-economy. It is clear that there are season fluctuations of the flow and water stand, caused by climate modifiers, which impact to river swelling. Taking into consideration the physical-geographic attributes of the Vrbanja basin, specially climate attributes which determine the quantity of humidity as well as watery, in accordance with hidrological sequences during monitored period of time, we can conclude that Vrbanja river has the attributes of complex system of the first place, and that is: cross snowing type, snowing – raining regime, with two seasons of high waters.