

911.2:551.49 (497.11 Љиг)

Јелена Ковачевић-Мајкић, Милан Радовановић*

ХИДРОЛОШКЕ ОДЛИКЕ ОПШТИНЕ ЉИГ

Abstract: Ljig municipality has a dense hydrographic network, composed mostly of the streams within the Ljig River basin. However, the quantities of water in these streams are relatively small, and characterised by great irregularities during the year. Moreover, in the last ten years of the research period, there has been a noticeable decrease of water quantities. The most significant river in the area is the Ljig River (48.9 km long), which is the largest tributary of the Kolubara River. The spring of the Ljig River is situated within the territory of the municipality, while the length of the stream on this territory is 30.13 km. The most significant tributaries of Ljig are Kacer, together with its tributary Kozeljica, as well as Dragobilj with Dragobiljica (Lalinacka Reka), Zerevac and Godevac. Among all the springs in Ljig municipality, the most important is the karst spring in the village of Ba, which is considered as the main spring of the Ljig River. It is used for water-supply of the town of Ljig and the village Kadina Luka. There are many water-management problems in Ljig municipality. The most prominent are the problems of erosion, gullyng streams and floods, water-supply issues, as well as insufficient water-management infrastructure.

Key words: Ljig River, river regime, Ljig karst spring, water-management problems

Површинске воде

Највећи део територије општине Љиг 98,42% (274,42 km²) припада сливу реке Љиг, док се осталих 1,58% (4,4 km²) налази у сливовима река Топлице и Дичине.

Река Љиг је највећа притока Колубаре и њена укупна дужина износи 48,9 km. Она извире на територији општине Љиг и кроз општину протиче на дужини од 30,13 km. Река Љиг настаје спајањем више токова који се сливају низ северне падине Суворора. Ипак за главни извор Љига се узима крашко врело у селу Ба, јер за разлику од осталих изворишних кракова који пресушују у летњим месецима или им се знатно смањује протицај, ово врело има најсталнију издашност и водом је најбогатији извор у крају. Врело се налази у подножју 250-300 m високог крашког облук у селу Ба

* Јелена Ковачевић-Мајкић истраживач - приправник, Географски институт „Јован Цвијић“, Буре Јакшића 9/III, Београд, gijcsanu@eunet.yu
др Милан Радовановић, научни сарадник, Географски институт „Јован Цвијић“, Буре Јакшића 9/III, Београд, gijcsanu@eunet.yu

на надморској висини од 395 m. Издашност врела је променљива и креће се од минималних 8,1 l/s до максималних 2,1 m³/s. Просечна издашност врела према различитим методама утврђивања издашности износи око 67 l/s.



Скица 1. Хидрографска мрежа општине Љиг

Северне падине Суворора се одводњавају и реком Марицом, левом притоком Љига, као и Славковачком реком, која му притиче са десне стране, тачније са северних падина Рајца. Значајне притоке реке Љиг су поток Драгобиљ са притоком Драгобиљицом (Лалиначком реком), који извиру испод западних и југозападних падина Рудника, затим потоци Жеревац и Годевац, који су леве притоке Љига, Качер (највећа притока Љига) са притоком Козељицом, који извиру испод северозападних падина

Рудника и западних падина Букуље. Качер улази у општину Љиг узводно од насеља Белановица, а улива се у Љиг 1 km низводно од насеља Љиг. Последња значајнија притока реке Љиг на територији општине Љиг је Отока са притоком Кацапом, која јој притиче са леве стране. Ван општине, Љиг прима притоку Оњег, чији се изворишни краци налазе у североисточном делу територије општине.

У наредној табели дати су основни подаци о водотоцима на територији општине Љиг. Представљене су, осим реке Љиг, и њене значајније директне притоке.

Табела 1. Морфолошке карактеристике водотока у општини Љиг¹

Р.бр.	Река	слив	L (km)	F (km ²)
1	Љиг	Колубара	30.13	274.42
2	Марица	Љиг	6.32	15.19
3	Славковачка река	Љиг	3.86	26.22
4	Драгобиљ	Љиг	13.93	38.36
5	Драгобиљица (Јалиначка река)	Драгобиљ	7.00	14.68
6	Жеревац	Љиг	5.31	6.80
7	Качер	Љиг	22.99	83.77
8	Козељица	Качер	8.04	21.26
9	Липовица	Љиг	2.84	5.88
10	Отока	Љиг	3.31	25.39
11	Оњег	Љиг	7.58	20.96
12	Топлица	Колубара		2.96
13	Дичина	З. Морава		1.44
	УКУПНО		332.38	278.82

Легенда: L – дужина водотока, F – површина слива

Хидрографска мрежа општине Љиг обухвата 252 стална тока, чија укупна дужина износи 332.38 km. Ови подаци су добијени на основу топографске карте 1:25000. Карте којима је обухваћена територија општине Љиг су скениране, геореференциране и затим су дигитализовани поједини елементи карте, међу којима и хидрографска мрежа. Карте су дигитализоване у програму Microstation, док су мерења дужина водотока урађена у програму GeoMedia.

¹ Сви подаци у табели се односе на територију општине Љиг, а не на цео слив. Подаци дати у реду „укупно“ односе се на све сталне токове на територији општине Љиг без обзира на њихову дужину.

За израчунавање површина слива и субсливова извучене су вододелнице и добијене величине површина уз помоћ наведених програма. Површина слива реке Љиг износи $682,85 \text{ km}^2$, а на територији општине се налази $274,42 \text{ km}^2$, тј. 39% укупне сливне површине.

Густина речне мреже на територији општине Љиг износи $1,19 \text{ km/km}^2$. Сви подсливови имају уједначену густину речне мреже, изузев слива Марице где је она мања од $0,5 \text{ km/km}^2$. То је последица кречњачког састава терена у горњем делу слива Марице.

Токови на територији општине Љиг су хидролошки неизучени. Мерења водостаја и протицаја се једино врше на реци Љиг, на водомерној станици Боговађа, која се налази $6,7 \text{ km}$ низводније од општине Љиг и која се налази на територији општине Ваљево.

Табела 2. Средњи месечни и годишњи водостаји на станици Боговађа у см

Hsr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
1961-1989	106.9	137.7	140.0	114.6	109.0	99.5	66.7	46.2	45.1	46.0	65.3	91.4	89.0
1993-2003	120.5	139.2	135.2	138.9	93.9	99.4	77.6	58.0	71.1	70.2	85.1	115.5	100.4

Просечан годишњи водостај реке Љиг у последњих 10 година износи $100,4 \text{ cm}$, што је у односу на период 1961-1989 више за 10 cm . Највиши водостаји се јављају у марту, односно априлу, а најмањи у августу и септембру.

Табела 3. Средњи месечни и годишњи протицаји на станици Боговађа у m^3/s

Qsr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
1961-1989	5.4	10.1	9.9	7.0	7.1	6.0	2.6	1.1	1.0	1.0	2.3	4.4	4.8
1993-2003	3.8	5.6	4.9	5.9	2.2	3.5	2.6	0.6	1.7	1.2	2.0	4.1	3.2
разлика	-1.6	-4.5	-5.0	-1.1	-4.9	-2.5	-0.1	-0.5	+0.7	+0.2	-0.3	-0.3	-1.6
qsr 1961-1989	7.9	14.8	14.5	10.3	10.4	8.8	3.9	1.6	1.4	1.5	3.3	6.5	7.1
qsr 1993-2003	5.6	8.3	7.1	8.6	3.2	5.1	3.8	0.9	2.5	1.7	2.9	6.0	4.6
разлика	-2.3	-6.5	-7.4	-1.7	-7.2	-3.7	-0.1	-0.7	+1.1	+0.2	-0.4	-0.5	-2.5

Просечан годишњи протицај реке Љиг у последњих 10 година износи $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$, што је за $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ мање него у периоду од 1961-1989. Највећи протицаји се јављају крајем зиме и почетком пролећа, а најмањи у септембру, односно августу. Као и код вредности водостаја, разлози су пролећне кише и топљење снега, односно мале количине падавина и велико испаравање током летњег периода. Из приложеног се види да слив Љига припада плувио-нивалном режиму. Такође је уочљива изразита

неравномерност у току године, која се још боље види ако се посматра коефицијент варијације протицаја, као и мале и велике воде. Дobar показатељ смањених количина воде је специфични отицај и ту су разлике у ова два периода још драстичније. Његове вредности од 7,1, односно 4,6 l/s/km² на годишњем нивоу говоре о малој водности подручја.

Табела 4. Коефицијенти варијације средњих месечних протицаја на станици Боговађа

Cv	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
1961-1989	0.8	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	1.3	1.2	1.7	1.2	1.0	0.4
1993-2003	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8	2.2	1.5	2.1	1.0	0.9	0.9	0.5

Према коефицијентима варијације средњих протицаја Љиг спада у реке са већим колебањем (у трећу од четири категорије према коефицијенту варијације протицаја) (Оцокољић, 1991). Знатне разлике између минималних и максималних протицаја су такође добар показатељ неуједначеног протицаја. Разлике, односно односи између малих и великих вода су нарочито велики крајем пролећа и почетком јесени.

Табела 5. Максимални месечни и годишњи протицаји на станици Боговађа у m³/s

Qmax	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
1961-1989	30.5	49.6	47.2	41.5	53.1	42.0	28.0	11.7	9.6	6.3	18.0	26.4	30.3
1993-2003	17.6	28.6	22.9	41.9	19.7	48.4	21.5	8.2	31.4	9.2	15.7	22.5	23.9

Табела 6. Минимални месечни и годишњи протицаји на станици Боговађа у m³/s

Qmin	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
1961-1989	1.5	2.3	2.9	1.9	1.4	1.0	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	1.1	1.2
1993-2003	1.4	1.7	1.8	1.5	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	1.2	0.9

Велике разлике у протицајима такође сведоче о неравномерној распоређености вода. Највећи део воде отекне у поплавним таласима, док периоди малих вода дуго трају. Ако опет упоредимо два посматрана периода, односи између максималних и минималних протицаја су се повећали у новијем периоду баш у месецима великих или малих вода,

односно најизражајнији су у јулу и септембру. Апсолутни максимално забележени протицај износи $269 \text{ m}^3/\text{s}$, а апсолутно минимални $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$.

Познавање максималних протицаја је значајно због одговарајуће одбране од поплава. Познавање минималних протицаја је неопходно када је реч о наводњавању за потребе пољопривреде, као и за потребе заштите водотока од загађења. Меравни минимални протицај је минимални средње месечни протицај 95% обезбеђености и износи $0,49 \text{ m}^3/\text{s}$, а максимални средње месечни протицај 1% обезбеђености износи $365,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Њихов однос износи 1:746. У табели 7. дате су вероватноће појава минималних и максималних протицаја реке Љиг на станици Боговађа.

Велике разлике између максималним и минималних протицаја указују на бујични карактер Љига. Бујичне поплаве су се дешавале на реци Љиг и њеним притокама и плавиле велике површине плодног земљишта. Постојећи насипи су изграђени према прорачуну за 50-о годишњу велику воду и стога је стање заштите од поплава неповољно, а заштита недовољна. Велике поплаве које су се десиле 1965, 1967, 1969, 1970, 1999. потврдиле су потребу за тражењем ефикаснијег решења у заштити од поплава таласа. Та решења могу да буду насипи изграђени за стогодишњу воду, као и антиерозивни радови у сливовима притока Љига. Ерозија је најинтензивнија у сливу Марице, Славковачке реке, Драгобиља, Драгобилице и Качера. Поплаве највише угрожавају алувијалне равни Љига низводно од Кадине Луке, када прими Драгобиљ, као и доњи део долине Драгобиља, Качера и Козељице (Лазаревић, 1983 а).

Прорачуни протицаја за притоке Љига на којима нема хидролошких мерења су утврђени на основу зависности висине отицаја и падавина за Колубарски регион, који обухвата слив реке Љиг (Оцокољић, 1984). У наредној табели су дате добијене вредности за средње годишње протицаје и специфичне стицаје, као и максималне протицаје за сливове мање од 40 km^2 .

Добијене вредности протицаја се односе на период 1961-1989. Већу количину воде имају Качер и Драгобиљ, док су остали токови мањег значаја.

Табела 7. Вероватноћа појаве максималних и минималних протицаја реке Љиг на станици Боговађа

Вероватноћа %	Вероватноћа год	Q _{max}	Q _{min}
0.01	10000	677.82	
0.1	1000	522.53	0.10
1	100	365.74	0.10
3	33.3	289.589	0.10
5	20	254.498	0.10
10	10	205.21	0.10
20	5	155.19	0.10
25	4	138.76	0.11
30	3.3	125.33	0.11
40	2.5	103.67	0.13
50	2	85.75	0.14
60	1.6	70.82	0.17
70	1.42	58.88	0.19
75	1.33	52.90	0.23
80	1.25	46.93	0.26
90	1.11	34.98	0.37
95	1.05	29.01	0.49
99	1.01	23.04	0.70
99.9	1	21.54	1.20

Вредности средњег протицаја су значајне када је у питању изградња акумулација.²

Специфични отицај се креће од 4,5-10,5 l/s/km². Он је већи у јужном и западном делу општине, на вишим надморским висинама, тачније у сливу Марице, Славковачке реке и Отоке. Ове вредности специфичног отицаја говоре о оскудности водних ресурса. Променљивост у току године такође је његова карактеристика. Тако се крајем лета и почетком јесени са већине територије дренира 1-2 l/s/km² (у сливу Козељице чак испод 1 l/s/km²), што је изразито мала водност.

² Мерења протицаја на притокама реке Љиг извршена у октобру 2005. године показала су да ова година спада у водније и да су протицаји неколико пута већи од просечних годишњих вредности (1-4 пута већи), а у односу на просек за ово доба године знатно већи (на Качеру, Драгобиљу и Марици 5-6 пута, а на Козељици чак 21 пут већи).

Табела 8. Средње годишњи протицаји и специфични отицаји у сливу реке Љиг

Р.бр.	Река	Профил	F (km ²)	P (mm)	q (l/s/km ²)	Q (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)
1.	Марица	ушће	21.58	863.9	10.11	0.22	10.12
2.	Славковачка р.	ушће	27.98	850.0	9.10	0.25	12.34
3.	Драгобиљ	ушће	160.04	804.2	6.34	1.01	
4.	Драгобиљица	ушће	45.99	831.9	8.31	0.38	
5.	Качер	ушће	223.76	800.6	6.34	1.42	
6.	Козељица	ушће	40.19	765.1	4.76	0.19	17.97
7.	Отока	ушће	38.96	850.0	9.10	0.35	17.11
8.	Оњег до профила на граници општине	ушће	27.52	833.3	8.31	0.23	12.78
9.	Љиг	ушће	682.85	816.9	7.13	4.87	

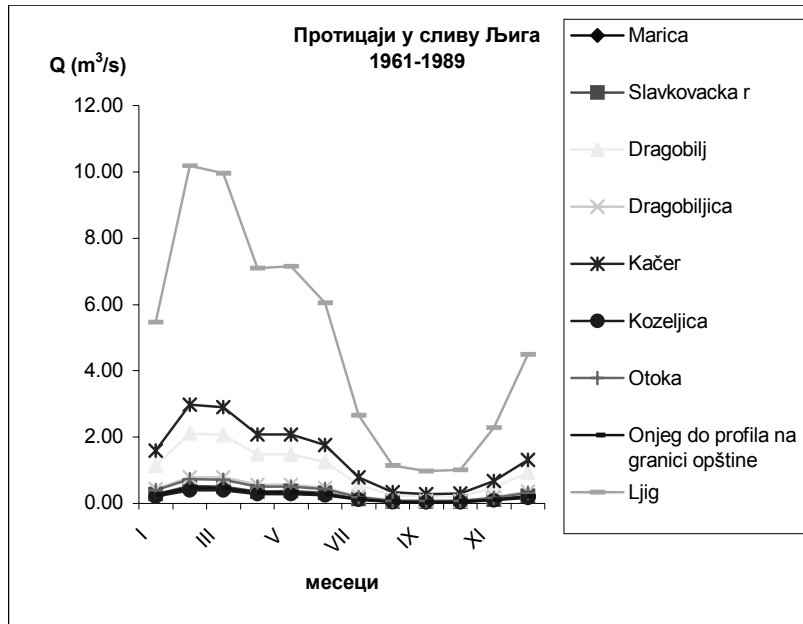
На већини токова који припадају општини Љиг забележене су велике разлике између највећих и најмањих месечних протицаја, што указује на чињеницу да имају карактеристике бујичних токова.

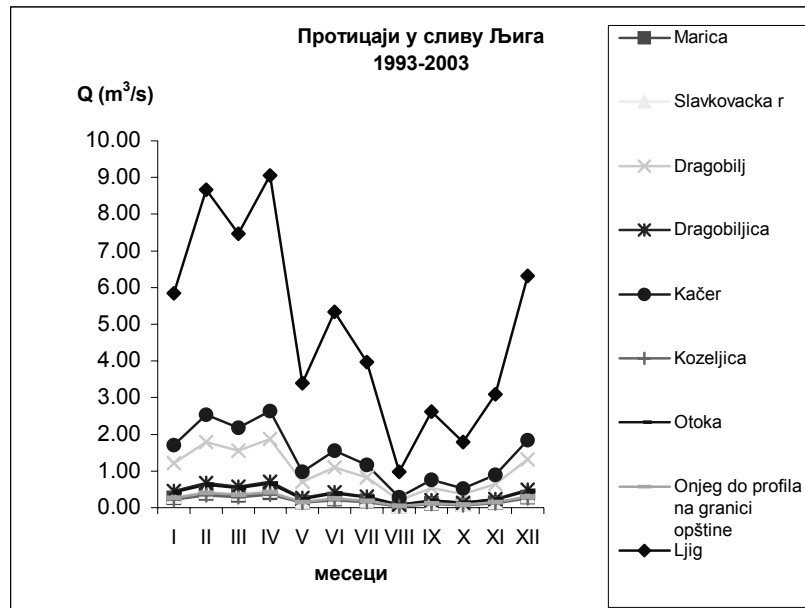
Табела 9. Средњи месечни протицаји у сливу Љига у m³/s

1961-1989	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Марица	0.25	0.46	0.45	0.32	0.32	0.27	0.12	0.05	0.04	0.05	0.10	0.20
Славковачка р	0.28	0.52	0.51	0.36	0.37	0.31	0.14	0.06	0.05	0.05	0.12	0.23
Драгобиљ	1.13	2.11	2.07	1.47	1.48	1.25	0.55	0.24	0.20	0.21	0.47	0.93
Драгобиљица	0.43	0.79	0.78	0.55	0.56	0.47	0.21	0.09	0.08	0.08	0.18	0.35
Качер	1.59	2.97	2.90	2.07	2.09	1.76	0.78	0.33	0.28	0.29	0.67	1.31
Козељица	0.21	0.40	0.39	0.28	0.28	0.24	0.10	0.04	0.04	0.04	0.09	0.17
Отока	0.39	0.73	0.72	0.51	0.51	0.43	0.19	0.08	0.07	0.07	0.16	0.32
Оњег до профила на граници општине	0.26	0.48	0.47	0.34	0.34	0.29	0.13	0.05	0.05	0.05	0.11	0.21
Љиг	5.47	10.19	9.96	7.10	7.16	6.04	2.67	1.13	0.97	1.01	2.28	4.48

1993-2003	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Марица	0.26	0.39	0.34	0.41	0.15	0.24	0.18	0.04	0.12	0.08	0.14	0.29
Славковачка р	0.30	0.44	0.38	0.46	0.17	0.27	0.20	0.05	0.13	0.09	0.16	0.32
Драгобиљ	1.21	1.80	1.55	1.88	0.70	1.11	0.82	0.20	0.54	0.37	0.64	1.31
Драгобиљица	0.46	0.68	0.58	0.71	0.26	0.42	0.31	0.08	0.20	0.14	0.24	0.49
Качер	1.70	2.53	2.18	2.64	0.99	1.55	1.16	0.29	0.76	0.52	0.90	1.84
Козељица	0.23	0.34	0.29	0.35	0.13	0.21	0.16	0.04	0.10	0.07	0.12	0.25
Отока	0.42	0.62	0.54	0.65	0.24	0.38	0.29	0.07	0.19	0.13	0.22	0.45
Оњег до профила на граници општине	0.28	0.41	0.35	0.43	0.16	0.25	0.19	0.05	0.12	0.08	0.15	0.30
Љиг	5.84	8.67	7.46	9.05	3.39	5.33	3.97	0.99	2.62	1.80	3.09	6.31

Највећу количину воде ови токови имају у пролеће и у јесен, а најмању током лета када се деси да неки од њих и пресуше. Однос између максималних и минималних протицаја износи 1:25, док однос између апсолутно максималног и апсолутно минималног забележеног протицаја на реци Љиг износи 1:13450. Примећује се да протицаји у току године више варирају у последњих 10 година и да је та променљивост изражајнија на већим токовима (Љигу, Качеру и Драгобилју).





Скица 2. Средњи месечни протицаји у сливу Љига

Водопривредни проблеми

Стање у општини Љиг, када су у питању воде и водопривредни проблеми, огледа се у недовољним и временски неравномерно распоређеним водама, као и у недовољно развијеној водопривредној инфраструктури којом би се решили постојећи проблеми. Ако уз ово додамо чињеницу да је ерозија на територији општине знатна, долазимо до закључка да је већина токова бујична, што представља највећи водопривредни проблем у општини.

Бујични токови су они чији сливови захватају површину мању од 100 km^2 и горњи делови слива већих река (већих од 100 km^2). Река Љиг са доњим током Качера, где су релативно широке речне долине (2-2,5 km, односно 1,5 km) не припада категорији бујичних токова, али су то површине које спадају у плавна подручја (бујичне поплаве) и за време великих вода се транспортује највећа количина наноса. Коефицијент бујичности слива реке Љиг износи 0,8, што је последица како геолошке грађе и геоморфолошких одлика терена (бројне јаруге), тако и климатских, педолошких и хидрометријских карактеристика слива. Анализом карте ерозије дошло се до података које су површине на подручју општине Љиг угрозене

ерозивним процесима и који су то токови који проносе највише наносног материјала (Лазаревић, 1983 а). Већ је речено да највећу продукцију наноса имају токови: Марица, Славковачка река, Жеравац, Врело, Драгобиљ, Драгобилица, Качер и Оњег и као такви велика су опасност по насеља, плодна поља и инфраструктурне системе.

Ови проблеми уједно представљају и ограничења за коришћење вода и њихову заштиту. Регулацијом бујичних токова отклонио би се проблем плављења и омогућило решавање проблема наводњавања у периодима суше.

Ефикасну борбу против поплава могли би да представљају мини акумулације грађене за 50-о годишњу воду на мањим токовима, односно за 100-годишњу велику воду када је реч о заштити већих насеља као што су Љиг и Лајковац. За планирање изградње акумулација су значајни средњи годишњи протицаји. Идеје о изградњи брана код Иванаца у долини Качера и Каднине Луке у долини Драгобиља и стварање мини акумулација за потребе наводњавања и прихватања поплава бујичних таласа су прихватљиве уз претходне антиерозионе мере. Подизањем бране високе око 10 m у долини Качера у сужењу речне долине низводно од села Ивановци формирало би се језеро запремине око 10 милиона m³ за чије би пуњење било потребно око 3 месеца. Тиме би се потопиле долина Качера до окуке низводно од насеља Пољанице и долина Козељице до ушћа Тисавице, насеље Ивановци и око 1,5 km² плодне равнице око ових река. Подизањем бране у долини Драгобиља узводно од Кадине Луке створило би се језеро запремине 1,2 милиона m³, за чије би пуњење било потребно око 15 дана. Ова акумулација би потопила део Ибарске магистрале и пруге.

Помињу се и акумулације на реци Марици, и на Козељици, али са њиховом изградњом треба бити опрезан, с обзиром на велики коефицијент ерозије, односно бујични карактер ових токова. Без предузимања других мера заштите дошло би до брзог засипања акумулација. Стога је неопходно спровођење антиерозионих мера (пре свега биолошких - пошумљавање) у циљу смањења угрожености простора од ерозије и бујица (бујичних поплава). Мере и радови на одбрани од поплава треба да буду спроведени и ван територије општине Љиг, тј. у целом сливу реке Љиг, како би одбрана била ефикасна. Те акције треба да буду у складу са мерама заштите које су планиране на ширем подручју, тачније у целом Колубарском басену.

Ефикасније решење проблема поплава би било изградњом система канала за одводњавање. У маловодним периодима би се такође системом канала могла доводити вода до пољопривредних добара. Она би се доводила из резервоара и акумулација изграђених у вишим деловима слива, уз спровођење свих поменутих мера заштите.

Алтернативна решења (регулације корита на појединачним најкритичнијим деоницама и обалоутврде на локацијама са нестабилном морфологијом) су недовољна када су у питању бујични токови и препорука је да се приступи активним мерама заштите у целом сливу како би се проблем решио у целости. Покушаји таквих парцијалних решења у сливу Љига и Качера су већ довели до поремећаја и проблема са тежим последицама, чиме се још више потврђује потреба да се приступи потпунијим мерама заштите. Потребно је да оне буду у складу са потребама становништва и њихових делатности, односно са критеријумима који су дефинисани у Водопривредној основи Србије.

Кад је реч о количинама потребне воде, у периодима маловодности је присутан и проблем водоснабдевања, о коме ће бити више речи у одељку о изворима јер се они уз подземне воде највише користе за водоснабдевање становништва.

Воде општине Љиг се користе за: водоснабдевање становништва и индустрије, наводњавање, гајење риба, као и у балнеолошке и рекреативне сврхе. За водоснабдевање Љига и појединих сеоских насеља се користе воде врела Љига (постоји водоводна мрежа). Остала насеља за водоснабдевање користе каптиране изворе од којих су спровели воду до својих домаћинстава (брдовити крајеви), као и подземне воде (алувијалне равни Љига, Качера и Отоке). Проблем код локалног водоводног снабдевања су честа погоршања квалитета воде услед санитарних загађења, као и недовољне количине воде у току лета у маловоднијим годинама. Функционисање рибњака пастрмке код самог извора Љига такође зависи од количине воде. У балнеолошке и рекреативне сврхе се користе воде бање Љиг.

Извори

Најзначајнији и водом најиздашнији извор на територији општине Љиг је врело реке Љиг, које се налази на северним падинама Суворора на 395 m н.в. изнад села Ба. Вода врела је бистра, једино се после јачих киша на Шилку и Суворору замути, што указује на њихову хидрографску везу. Р.

Лазаревић је проучавајући врело Љига 1962. године изнео идеју да се оно користи за потребе водоснабдевања Љига и Лазареваца, јер нездраве подземне воде из неогених слојева изазивају болест нефритис. За водовод Љига је према подацима које је изнео потребно 18 l/s по пројекту М. Павловића, а за водовод Лазареваца 30 l/s по пројекту П. Стојановића (Лазаревић, 1962).

На врелу Љига је вршено неколико мерења издашности и на основу тих мерења дате су процене средње издашности, приказане у следећој табели.

Табела 10. Издашност врела Љига

Наслови	Наслови колона
50-90 l/s	Усмено саопштење инж. П. Стојановића
101 l/s	Једно мерење пловком (у мају)
61,2-71,3 l/s, тј. 65 l/s	На основу ефект. падавина
67 l/s	Формула Исаковског
Q_{max} 2,1 m ³ /s	Формула Исаковског, Елаборат Геоинститута
Q_{min} 27 l/s	Формула Исаковског
Q_{min} 21-15 l/s	Прорачун инж. А. Кољеншића
Q_{min} 8.1 l/s	Усмено саопштење директора комуналног предузећа
Q_{min} 18 l/s	Елаборат Геоинститута

Минималне количине воде су утврђиване посредним путем – помоћу емпиријских формула.

Из овога следи да врело Љига може да обезбеђује само водовод Љига, а водовод Лазаревац само у влажном периоду године, тј. Лазаревац не може да рачуна на ово врело. Данас је врело Љига каптирано и користи се за водоснабдевање Љига и дела домаћинства у Кадиној Луци. Просечно у те сврхе одлази око 2500 m³/дан, односно око 100 m³/h, односно 0,027 m³/s. У периоду малих вода нема довољно воде за водоснабдевање.

Домаћинства у општини Љиг која нису на водоводној мрежи користе друге изворе за водоснабдевање користећи њихов природни пад, док се у алувијалним равнинама Љига, Качера и Драгобиља за водоснабдевање користе подземне воде. У карстним теренима долази до повремених замућења извора, када се доводи у питање употребљивост њихове воде. Издашност ових извора је скромна да би се рачунало на изградњу мањих водоводних система.

Из овога следи да је стање снабдевања насеља водом незадовољавајуће, јер у току лета долази до прекида у водоснабдевању и редукције потрошње воде.

Закључак

Може се закључити да су воде на територији општине Љиг доста оскудне и да још већу неповољност представља њихова неравномерност у току године. Предлог за решење проблема које изазивају велике воде и њихов недостатак у сушнијем делу године је изградња водопивредне инфраструктуре (пре систем канала за одводњавање и наводњавање, који би регулисао ниво како површинских, тако и посредно подземних вода, него акумулација³) и активне антиерозионе мере, пре свега биолошке које би довеле до побољшања речног режима.

Литература

Хидролошки годишњаци (Hydrological Annuals). Савезни хидрометеоролошки завод, Београд, 1953-1990.

Лазаревић Р. (1983 а): Карта ерозије СР Србије 1:500000 (Map of erosion in Republic of Serbia 1:50000). Институт за шумарство и дрвну индустрију, Београд.

Лазаревић Р. (1983 б): Тумач за карту ерозије СР Србије 1:500000 (Interpreter for map of erosion in Republic of Serbia 1:50000). Институт за шумарство и дрвну индустрију, Београд.

Лазаревић Р. (1962): Геоморфолошке и хидролошке особине врела Љига (Geomorphological and hydrological features of Ljig spring), *Гласник СГД*, св. XLIII, бр. 1, Београд, р. 25-32.

Оцокољић. М. (1991): Варијације протицаја на рекама у Југославији (Discharge variations on rivers in Yugoslavia). *Гласник СГД*, св. LXXI, бр. 1, Београд, р. 39-48.

³ Изградња акумулација евентуално се препоручује у вишим деловима слива општине (Марица, Драгобилица, Козељица). Акумулације у долинама Качера, Љига и Драгобиља би поплавиле најплодније земљиште, као и одређени број насеља и уколико се не би решио проблем ерозије, поменуте акумулације би се брзо засуле.

Оцокољић. М. (1984): Регионалне анализе зависности отицања од падавина. (Regional analyses of runoff influences of precipitation). *Гласник СГД*, св. LXIV, бр. 1, Београд, р. 29-38.

Група аутора (1987): Елаборат о изведеним хидрогеолошким истраживањима у циљу заштите извора „Врело“ код Љига (Report of derived hydrological researches for protection spring “Vrelo” near Ljig). Геоинститут, Београд.

Група аутора (1983): Просторни план општине Љиг – стање, проблеми, потенцијали (Spatial Plan of Ljig Municipal- State, Problems, Potentials). ЈУГИНУС, Београд.

Група аутора (2006): Просторни план подручја посебне намене инфраструктурног коридора Београд-Јужни Јадран, деоница Београд-Пожега (Spatial Plan of Spatial Purposed Infrastructured Corridor Belgrade-South Adrian Area, Sector Belgrade- Požega, Analytic-Document Data). Књига 2, Саобраћајни институт ЦИП, Београд.

Група аутора (1999): Регионални просторни план Колубарског округа погођеног земљотресом, аналитичко-документациона основа, књ. I (Regional Spatial Plan of Kolubara District Stroked by Earthquakes - Analytic-Document Data - book 1). Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Југословенски институт за урбанизам и становање, Београд.

Jelena Kovacevic – Majkic, Milan Radovanovic

HYDROLOGICAL FEATURES OF LJIG MYNICIPALITY

Summary

The greatest part of the territory of Ljig municipality (98,42%, or 274,42 km²) belongs to the Ljig River basin, while the remaining 1,58% (4,4 km²) belong to the river systems of Toplica and Dičina. The hydrographic network of Ljig municipality encompasses 252 permanent streams, whose total length is 332,38 km. Total surface of the Ljig River basin is 682.85 km², 39% (274.42 km²) of which is on the territory of Ljig municipality. Density of the river network in Ljig municipality is 1.19 km/km². All sub-basins have more or less uniform river

network density, except the Marica basin, where the density is less than 0.5 km/km², due to limestone composition of the upper part of the river basin.

Streams on the territory of Ljig municipality had not been hydrologically studied. Measurements of water level and discharge are done only on the Ljig River, on Bogovada station, which is situated on the territory of Valjevo municipality, 6.7 km downstream from the Ljig municipality.

Average annual water level of the Ljig River has been 100.4 cm in the last 10 years. Compared to the period 1961-1989, it is 10 cm higher. The highest water levels are in March and April, while the lowest are in August and September.

Average annual discharge of the Ljig River has been 3.2 m³/s in the last 10 years, which is 1.6 m³/s less than in the period 1961-1989. The greatest discharges occur at late winter and early spring, while the lowest are in September and August. Similarly as for water level values, the reasons for such discharge distribution are spring rains and snowmelt, and on the other hand, small precipitation and great evaporation during the summer. Thus, the Ljig River has the pluvial-nival regime.

It can be concluded that the waters on the territory of Ljig municipality do not abound in quantity, while their unevenness during the year is an even greater limitation. The suggestion for solving of this problem (high waters in wet period, and shortage of water in dry period of the year) is the construction of water-management infrastructure, primarily of irrigation systems, which would regulate the levels of both surface and ground waters. Artificial accumulations are less favourable (except in the higher parts of basins of Marica, Dragobiljica and Kozeljica), because in the valleys of Kačer, Ljig and Dragobilj, they would flood the most fertile soil as well as some settlements. Moreover, if the problem of erosion is not solved, the accumulations would soon be filled with sediments. Among anti-erosion measures, biological measures would be the most favourable, leading to the improvement of river regimes.