

МИРОСЛАВ ОЦОКОЉИЋ

## ХИДРОЛОШКИ И ТЕРМИЧКИ РЕЖИМ РЕКА РЕГИОНА КРАЉЕВО

**Опште карактеристике региона.** — Међуопштинска регионална заједница Краљево заузима централне и јужне делове Републике Србије. Или тачније, јужне делове Шумадије (Котленик, Гружу, Гледићке планине, Темнић), део западне Србије (Чачак, Лучане, Драгачево), Сјеничко-пештерску висораван, Рашку, Копаоничку област, Расину, горњи део Велико-моравске равни и Западно-моравску долину. Простире се на површини од 9.570 km<sup>2</sup>, што износи 11% површине Републике Србије.

Регион чини 16 општина. Најпространија је Краљево (1530 km<sup>2</sup>) и Сјеница (1060 km<sup>2</sup>). Најмање општине су Бићевац (124 km<sup>2</sup>) и Врњачка Бања (239 km<sup>2</sup>). Према попису из 1981. године у региону је живело 790.830 становника са густином насељености од 83 ст./km<sup>2</sup> (11).

**Релеф** региона чине претежно планине унутрашњих Динарида и планине Српско-македонске масе. Равнице је само у долини Западне и Велике Мораве од Чачка до Варварина и долинама притока: Расине, Груже, Чемернице. Највише планине су око Ибра (Копаоник, Голија, Чемерно) и на Сјеничко-пештерској висоравни (Гиљева, Нинаја) чији врхови прелазе висину од 1.500 m.

Геолошки састав региону представљен је са више формација различите старости и структуре. Међу њима су заступљени старији и млађи палеозојски шкриљци, мезозојски кречњаци, еруптивни и неогени седименти. Шумадијске планине и други облици релефа у њој се састоје од гранита и шкриљаца. Међутим, има местимичних појава кречњака, лапорца, пешчара, конгломерата, серпентина и еруптивних стена (4).

Долине, Велико-моравска и Западно-моравска су усечене у неогене седименте наталожене у току медитерана, сармата и понта. Њихова дна и долинске стране су састављени од квартарних и старијих неогених седимената.

---

Др Мирослав Оцокољић, виши научни сарадник, Географски институт „Јован Цвијић” САНУ, Београд.

**Клима** региона је условљена положајем и његовим пространством, али и великим висинским разликама рељефа. Стога је заступљен умерено-континентални тип климе са познатим особинама. Због тих висинских разлика, на Сјеничко-пештерској висоравни и у сливу Ибра је заступљен и планински тип климе. У котлинама је изражена континенталност климе са колебањима дневних и годишњих температура ваздуха.

У Западно-моравској удолини чије су границе најчешће дефинисане изохипсом до 300 м. н. в., годишња температура ваздуха варира од 10—11°C, док је средња годишња температура ваздуха у Краљевоу 11,1°C (4).

Слив Западне Мораве који у највећем обиму покрива регион Краљево има средње годишњу температуру од 8—10°C. Ова температура је заступљена на рељефу који је обухваћен изохипсом од 300—600 м. Изнад ове висине температура ваздуха постепено опада и креће се од 4—8°C, а преко 1.500 м, њене вредности су од 2 до 4°C. Средња годишња температура ваздуха на Копанику (1.710 м) је 3,3°C.

Најтоплији месец је јули са средњом температуром изнад 22 или 20°C, а у високопланинским пределима температура падне и до 13°C. Август је нешто хладнији од јула. Најхладнији је јануар са просечном температуром испод 0°C. Пролеће је хладније од јесени (7).

У највећем делу региона годишње падавине се крећу од 600—750 mm. Средње месечне су највеће у јуну и мају (од 80—100 mm), а најмање зими (у јануару и фебруару) па и мају. Секундарни максимум је у децембру и новембру, а минимум од августа до октобра.

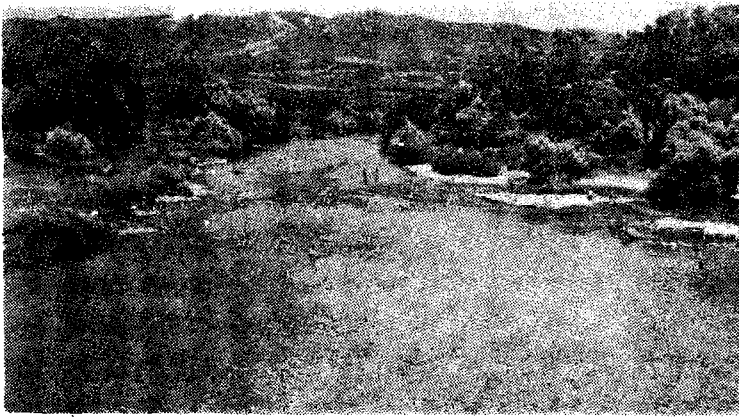
Вегетацијски састав је веома разнолик. Заступљене су ораничне пољопривредне културе, шуме, ливаде и пашњаци. Највеће пољопривредне површине су у општини Варварин, око 71%, а најмање у Врњачкој Бањи (43,6%). Пошумљеност је највећа у општини Нови Пазар (53,8%), а најмања у Сјеници (20%). У целини, регион Краљево има око 59% обрадивих површина, док је пошумљеност региона око 36% (11).

## Реке региона

Регионом Краљево протичу веће реке Србије, међу којима су: Велика Морава у општини Варварин, затим Западна Морава од Овчарско-кабларске клисуре до Сталаћа, и Ибар са притокама: Рашком, Јошаницом, Студеницом, Лопатницом и Рибницом. На Сјеничко-пештерској висоравни су Увац са Вапом и Јабланицом на којем је изграђена акумулација „Сјеница“.

У Западну Мораву се код Лучана улива Бјелица, код Чачка Каменица и Чемерница са Дичином, а код Краљева Ибар и Гружа (сл. 1). Низводно је више мањих водотока, али се од свих осталих истичу Расина и Пепељуша. На Расини је изграђена акумулација „Белије“ (Златари језеро) које је намењено за водоснабдевање Крушевца и околних насеља и за производњу електричне енергије (10). Кроз Краљевачки регион мањим током протиче Јужна Морава и то од Мојсињских планина до Сталаћа.

Дакле, већи број водотока у регион Краљево дотиче из других крајева, док мањи број са својим притокама се формира унутар самог региона, као што су: Бјелица, Чемерница, Рибница, Лопатница, Јошаница, Рашка и Пепељуша. Просечна густина речне мреже је у сливу З. Мораве 1.250 m/km<sup>2</sup>, Ибру 950 m/km<sup>2</sup>, Чемерници 1.740 m/km<sup>2</sup>, Гружи 1.655 m/km<sup>2</sup>, Расини 1.645 m/km<sup>2</sup>, Студеници 1.430 m/km<sup>2</sup> (6).



Сл. 1. ↙ Западна Морава — узводно од Краљева (Милочај)

Fig. 1. — Zapadna Morava river — upstream from Kraljevo (Miločaj)

### Режим водостаја

Осматрања водостаја на рекама у региону обављају се на око 30 станица (ск. 3). У раду је дат краћи осврт са анализом карактеристичних водостаја углавном за веће и значајније реке (15).

**Хидролошка станица Варварин.** — Налази се на В. Морави, непосредно после састава Јужне и Западне Мораве. Она уствари резултира режимом ових двеју река, чија укупна површина слива износи 31.548 km<sup>2</sup>. Кота „0“ осматрања је 126,12 m. Подаци са станице су обрађивани за период 1951—1985. год. Највиши водостаји су у марту и априлу и последица су топиња снега у комбинацији са кишима. Средњи годишњи водостај је 13 см на koti 126,85 m, а најнижи водостаји су у лето или јесен. У септембру је 11 см, у августу 13 см. Највиши водостаји су осмотрени у периоду 1954—1965. Апсолутни максимум је 560 см (131,72 m н. в.) и појавио се 14. V 1965., затим у 1963. год. (556 см), 1955. (530 см), 1956. (528 см), 1958. (520 см). Апсолутно најнижи водостаји су последњих година и најнижи је био 1985. год. (Нmin = —75 см) на koti 125,37 m.

**Хидролошка станица Јасика (З. Морава).** — Налази се у непосредној близини Крушевца, нешто узводно од ушћа Расине. Површина слива З. Мораве у профилу Јасика је 14.721 km<sup>2</sup>. Кота „0“ осматрања је 139,11 m. Због регулационих радова у профилу старе станице и лоших услова рада, станица је 1974. премештена, па је обрађен период 1965—1985. На овом делу З. Мораве, највиши водостаји су у марту и априлу, а најнижи у октобру, септембру и августу.

**Хидролошка станица Трстеник (З. Морава).** — Обрађена је за период 1951—1985. Налази се у средњем току З. Мораве, узимајући у обзир њену близину од Краљева до састава са Јужном Моравом. Површина слива З. Мораве је 13.902 km<sup>2</sup>, а кота „0“ осматрања 160,63 m. Просечни годишњи водостај је 31 см на koti 160,94 m. Апсолутно највиши водостај је био

14. V 1965. (490 cm) који је превазишао све максималне водостаје других година и по рачуну вероватноће се сматра да се он појави просечно једном у 100 година. Апсолутно минимални водостај је  $H_{\min} = -64$  cm (3. VIII. 1962.). Амплитуда водостаја је 5,54 m.

**Хидролошка станица Краљево (З. Морава).** — Налази се у непосредној близини фабрике „Магнохром“ у Краљеву. Обрађена је у периоду 1956—1985. Највиши водостај З. Мораве (пре ушћа Ибра) су у пролеће (III, IV, V, II), а најнижи у лето (IX, VIII). Просечни годишњи водостај је 56 cm. Амплитуда водостаја је 6,80 m. Најчесталије велике воде су биле у периоду 1954—1965. Површина слива З. Мораве у Краљеву је 4.721 km<sup>2</sup>, а ката „О“ осматрања 184,54 m.

**Хидролошка станица Чачак (З. Морави).** — Станица је под утицајем рада ХЕ „Међувршје“. Речно корито се наизменично продубљује или засипа од наноса из акумулације.

Хидролошка станица Чачак обрађена је за период 1951—1985. Површина слива З. Мораве у профилу станице је 3.450 km<sup>2</sup>, а ката „О“ осматрања 234,04 m. И на овој станици највиши водостај је забележен 1965. године (13. маја) са  $H_{\max} = 460$  cm. Амплитуда водостаја је 4,78 m.

**Хидролошка станица Краљево (Ибар).** — Као највећа притока З. Мораве и водом знатно богатија од ње пре ушћа, Ибар, се мери и осматра на неколико хидролошких профила. Најниводнији је Краљево који је почео са радом 1957. године. На њему се мере само водостаји и температура воде, док се протицаји региструју на узводним профилима.

На хидролошкој станици Краљево обрађен је 29-годишњи период (1957—1985.). Највиши водостаји су у пролеће (III, IV, V), а најнижи у лето (VII, VIII, IX). Апсолутно највиши водостај осматрен је 20. XI. 1979. ( $H_{\max} = 442$  cm), који је за 21 cm виши од такође високог водостаја од 13. V. 1965. Површина слива Ибра у профилу Краљево је 7.925 km<sup>2</sup> а ката „О“ осматрања 192,76 m.

**Хидролошка станица Ушће (Ибар).** — Налази се у средњем току Ибра, узводно од ушћа Студенице. Станица је 1968. год. премештена на нову локацију. И ако је задржан континуитет у протицајима (нема веће разлике у површини слива између старе и нове станице), дошло је до значајније промене коте „О“ осматрања, и до прекида низова о водостају. На станици су обрађивана два периода, при чему је приложен период 1969—1983.

Највиши водостаји су у марту и априлу, а најнижи у августу и септембру. Апсолутно највиши водостај је био 1979. и 1965. год. Површина слива Ибра у профилу Ушће је 6.883 km<sup>2</sup>, а ката „О“ осматрања 329,89 m.

**Хидролошка станица Рашка (Ибар).** — Почела је са радом 1923. године. Њени подаци су обрађени за период 1951—1985. Због дубоког корита и постојаних обала, нема изливања вода из корита Ибра. Изразито максимални водостаји су били 19. XI. 1979. ( $H_{\max} = 492$  cm) и 4. III. 1965. ( $H_{\max} = 400$  cm). Најнижи осматрени водостај је био 1968. и 1972. ( $H_{\min} = 20$  cm). Амплитуда водостаја је 4,62 m. Највиши водостаји се појављују у марту, априлу и фебруару, а најнижи у августу и септембру. Просечни годишњи водостај је 75 cm. Површина слива Ибра у профилу Рашка је 6.268 km<sup>2</sup>. Ката „О“ осматрања водомера летве је 394,10 m.

**Хидролошка станица Бивоље (Расина).** — Расина је једна од већих и значајнијих притока З. Мораве. Њене режимске карактеристике сличне су режиму Ибра, иако то није случај са другим притокама З. Мораве. Хидролошка осматрања на Расини обављају се на више профила, а најдуже у профилу Бивоље који је у непосредној близини Крушевца. На станицама су формирано низови водостаја од  $n = 35$  година.

Највиши водостаји на Расини су у марту и априлу, а најнижи у лето (VII, VIII, IX). Просечни годишњи водостај је 81 cm. Највиши водостај је био 1979. год. ( $H_{max} = 340$  cm), а најнижи ( $H_{min} = 0$  cm) 1985. године. Површина слива Расине у профилу Бивоље је 958 km<sup>2</sup>, док је ката „О” осматрања водомера летве 141,96 m.

**Колебање водостаја.** — Највиши водостаји на рекама региона Краљево (таб. 1.) су у пролеће (март, април), а најнижи у лето (август, септембар). Максимални и минимални водостаји се јављају у било ком делу године, а најчешће у пролеће и јесен. У новије време поплаве су чешће у лето (VI, VII) и последице које оне остављају (зелене поплаве) су далеко веће од нпр. пролећних или јесењих поплава. Апсолутно максимални водостаји на З. Морави су забележени у мају 1965. год., а на Ибру у новембру 1979.

**Таб. 1.** — Просечни месечни и годишњи водостај (cm) река региона Краљево (1951—1985.)

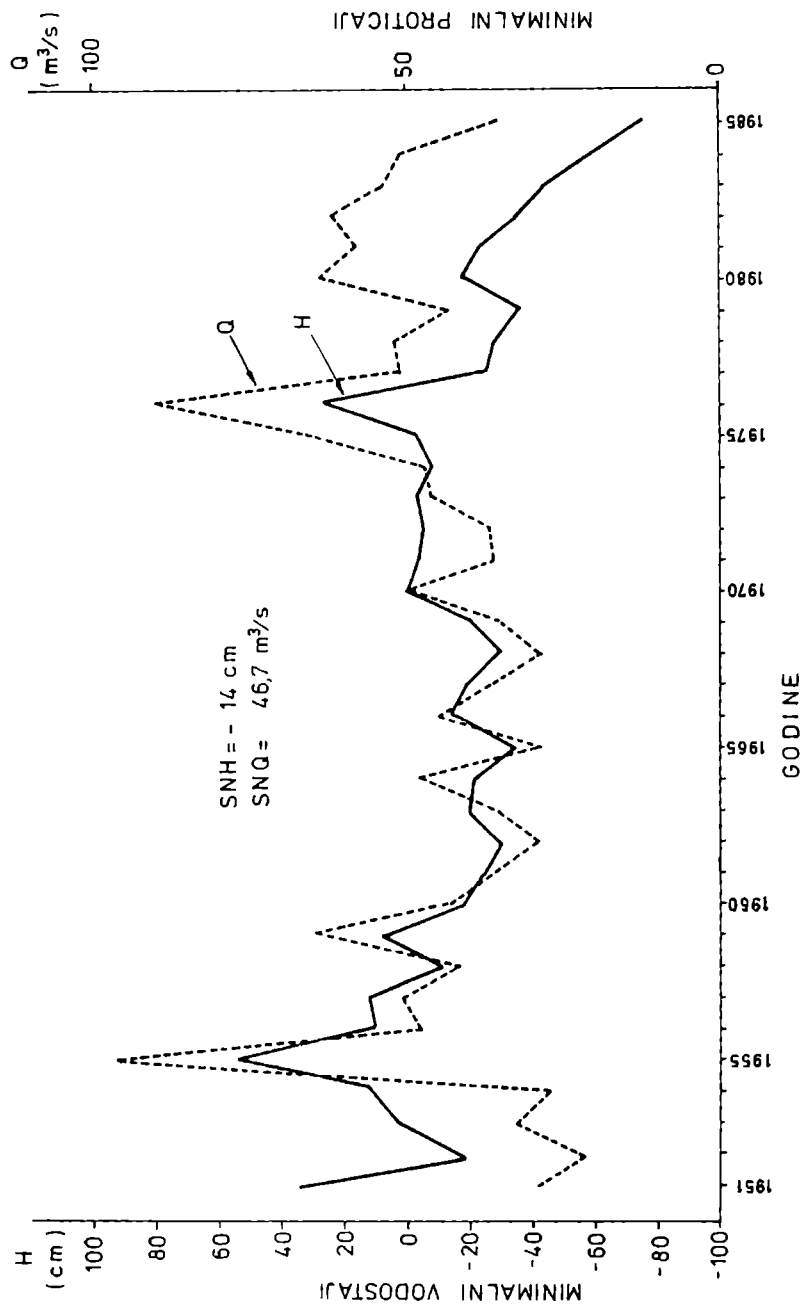
**Tab. 1.** — Average monthly and annual water level (cm) of the Kraljevo Area rivers (1951 — 1985)

Профил — Река	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
Варварин В. Морава	82	121	142	136	117	77	40	13	11	22	46	70	73
Расика З. Морава	25	46	66	49	37	-18	-14	-27	-29	-32	-9	16	12
Грстеник „	38	59	74	69	60	31	8	-9	-12	-2	17	33	31
Краљево „	65	92	104	94	93	60	35	13	12	15	34	54	56
Чачак „	95	107	121	112	109	92	80	69	69	73	84	94	92
Краљево Ибар	82	93	105	105	102	79	62	51	52	54	66	78	78
Нише „	104	116	122	122	112	97	84	78	79	81	93	103	100
Расика „	83	98	108	105	97	75	57	49	49	57	70	81	75
Бивоље Расина	84	95	103	100	94	81	72	64	64	65	72	79	81

На већини хидролошких станица у сливу Велике и Западне Мораве спажа се појава негативних водостаја. То је последица перманентног продубљивања речних корита, која се у новије време регулишу — пресецањем окука и меандера, као и експлоатације песка и шљунка за потребе грађевинарства (изградња насеља, путева, посебно аутопута Београд—Ниш и друге инфраструктуре). Пример једне овакве појаве је најбоље илустровано на подацима водомерне станице Варварин. Протицај 1951. године од  $Q = 131$  m<sup>3</sup>/s исти је протицају 1983. године ( $Q = 131$  m<sup>3</sup>/s). Међутим, средње годишњи водостај у 1951. је 108 cm, а у 1983. год. 7 cm. тј. корито је дубље у просеку за око 1,0 m. Ова појава мора се имати у виду приликом проучавања режима водостаја, коришћења вода у водопривредне сврхе, прогнози појаве великих вода, везе између вода у кориту и приобаљу и др.

Ск. 1. — Однос минималног годишњег водостаја (SNH) и протицаја (SNO) на Великој Морави у Варварину (1951—1985.)

Sk. 1. — Min. annual water level (SNH) — discharge (SNO) ration on Velika Morava river at Varvarin (1951—1985)



Анализе показују да је значајније продубљивање корита настало после 1976. године. Од тада су водостаји стално нижи од просечног водостаја који износи  $H_{min} = -14$  cm. У истом периоду није дошло до промене влажности година (сушнијег периода), већ напротив, минимални протицаји су увек виши од средње мале воде за период 1951—1985. ( $Q = 46,7$  m<sup>3</sup>/s). Може се закључити да су промене нивоа воде више везане за промену речног корита, него за промену влажности године.

На рекама код којих се корита више засипају него продубљују поплаве су чешће. Посебан утицај акумулационог материјала на режим ниских водостаја био је изражен у првој половини периода 1951—1985. (ск 1).

Највећа таложена вученог и суспендованог наноса и засипања речних дна су била у периоду 1954—1962. год., када имамо појаву највиших водостаја (кишни период), учесталих поплава и највећих штета. Доцније, мањом појавом великих вода, посебно експанзијом радова у грађевинарству и регулацијом река, речна корита су данас у великој мери „очишћена“ од сувишних наноса.

## Режим протицаја

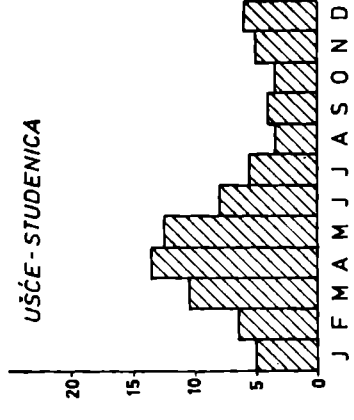
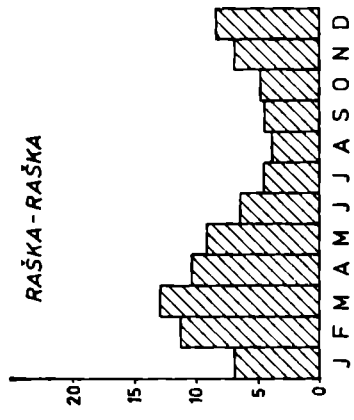
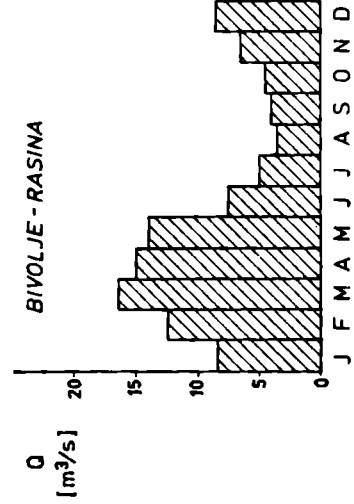
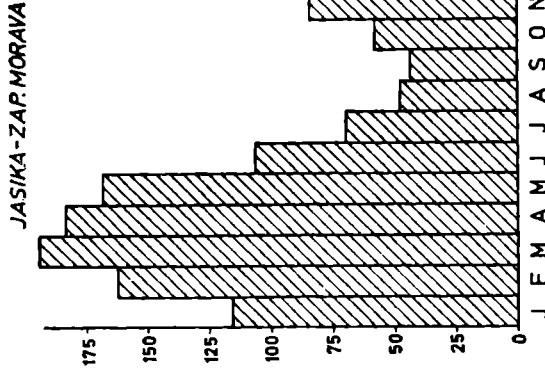
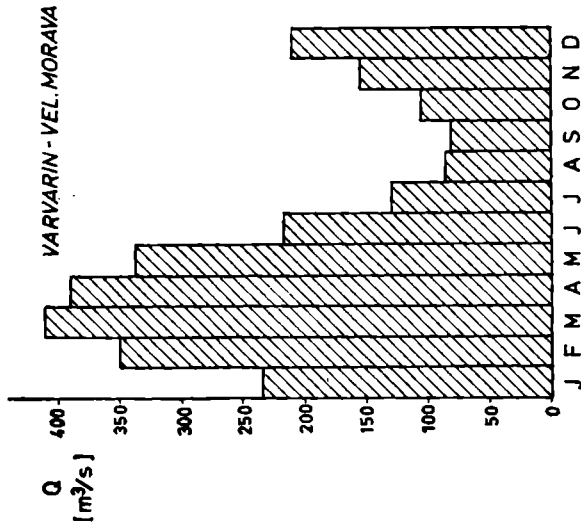
Коришћењем хидролошких годишњака у периоду 1951—1985. год. (15) евидентирани су месечни и годишњи протицаји. За већину профила, протицаји су, за разлику од водостаја, почели масовније да се обрађују и публикују тек од 1960. године. Међутим, хидрометеоролошка служба је накнадно обрадила и податке до 1960. године, па је у хидролошким годишњацима (1969—1971.) публиковала просечне вредности протицаја, углавном у периоду 1951—1970.

Надовезујући ове податке на низове после 1960. или 1970. формиране су просечне вредности месечних и годишњих протицаја за период 1951—1985. На овај начин је обрађено 12 хидролошких станица чије вредности су дате у таб. 2. Међутим, станице Краљево—З. Морава, Ушће—Студеница и Биљановац—Јошаница обрађене су за период 1956—1985., јер су касније почеле са радом.

Режим река може се укратко резимирати у следећем: највеће количине воде су у пролеће, када рекама отиче 40% годишњег протицаја, затим су повећана отицања у зиму, а најмања су у јесен и лети; отицања изражена у % од годишње вредности показују да се она повећавају од јануара до маја и већа су за 8%, а од јуна до октобра опадају и мања су за 5%; највећа су у марту, преко 10%, а најмања у септембру, само 3% годишње вредности, итд.

Највлажније године су биле: 1955, 1956, 1963, 1970, 1976, 1980., а најсушније: 1951, 1968, 1972, 1983, 1985. Карактеристике режима река су илустроване и графички (ск. 2).

Повећање протицаја дуж токова је различито и условљено је утицајем физичко-географских фактора отицања. Западна Морава од њеног почетка у Пожешкој котлини до Сталаћа нарасте за око 4 пута, а површина слива јој се повећа за 6 пута. Највеће повећање протицаја је после слива Ибра. Уствари, Ибар има веће  $Q$  од З. Мораве пре његова ушћа. Ибар на ушћу има 64,0 m<sup>3</sup>/s, а З. Морава у Краљеву 47,0 m<sup>3</sup>/s. Просечан протицај З. Мораве у Чачку је 38,8 m<sup>3</sup>/s, у Краљеву 47,0, Јасици 113 и на ушћу 122 m<sup>3</sup>/s.



Ск. 2. — Histogramми просечних месечних протицаја (m³/s) за период 1951—1985.  
 Sk. 2. — Histograms of mean monthly discharges (m³/sec) for the period 1951—1985.



Таб. 2. — Просечни месечни и годишњи протицаји (m<sup>3</sup>/s) река за период 1951—1985.

Tab. 2. — Average monthly and annual river discharge (m<sup>3</sup>/s) for the 1951—1985 period.

Профил	река	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
Барварин	В. Морава	231	350	407	390	341	214	130	84,1	81,8	104	154	209	225
Јасика	З. Морава	117	165	194	184	171	107	69,2	47,5	46,0	57,8	86,1	112	113
Краљево	З. Морава	50,0	72,0	83,6	74,2	75,5	46,4	30,1	17,2	17,7	20,0	31,3	43,0	46,6
Прељина	Чемерница	5,46	7,85	8,16	5,48	6,46	4,65	2,54	1,71	1,52	1,70	2,36	4,11	4,34
Лопат. Лакаг	Ибар	61,1	86,2	99,0	101	90,0	55,0	35,1	24,6	25,2	32,2	50,0	61,0	60,0
Ушће	Ибар	50,6	73,6	84,0	83,7	76,9	43,4	26,7	19,0	19,4	26,6	43,0	53,2	50,0
Рашка	Ибар	48,0	69,1	78,6	73,8	64,5	36,1	21,5	15,4	16,1	23,6	39,1	50,0	44,5
Рашка	Рашка	7,05	11,2	12,9	10,6	9,17	6,31	4,39	4,03	4,08	4,55	7,28	8,30	7,49
Биљановац	Јошаница	2,67	3,34	4,78	6,10	6,40	4,31	2,94	2,31	2,09	1,89	2,53	2,69	3,50
Ушће	Студеница	5,00	6,63	10,5	13,2	12,4	8,01	5,31	3,71	3,87	3,59	4,80	5,47	6,87
Бивоље	Расина	8,27	12,7	16,3	15,0	13,9	7,13	4,96	3,22	3,47	4,10	6,24	8,10	8,61

Ибар се по облику слива нешто разликује од З. Мораве. Издужен је у виду правоугаоника од севера према југу, док се слив З. Мораве више приближава облику круга. Зато на Ибру нису тако нагле промене протицаја. Ибар у профилу Рибарић (850 км<sup>2</sup>) има протицај 11,5 м<sup>3</sup>/s, у Лепосавићу (4.701 км<sup>2</sup>) 33,6 м<sup>3</sup>/s, Рашкој (6.268 км<sup>2</sup>) 44,5 м<sup>3</sup>/s, Ушћу (6.883 км<sup>2</sup>) 50,0 м<sup>3</sup>/s и Лопатници Лакту (7.818 км<sup>2</sup>) 60,0 м<sup>3</sup>/s.

Од притока З. Мораве, осим Ибра, већи протицај има Расина (Бивоље)  $Q=8,61$  м<sup>3</sup>/s; узводно у Разбојни (483 км<sup>2</sup>) протицај Расине је 5,02 м<sup>3</sup>/s, а у Брусу (213 км<sup>2</sup>) 2,71 м<sup>3</sup>/s.

Просечан протицај Груже је у Губеревцу (491 км<sup>2</sup>) 1,43 м<sup>3</sup>/s, а у Пајсијевићима (332 км<sup>2</sup>) 1,32 м<sup>3</sup>/s. Каменица (Чачанска) која се у З. Мораву улива узводно од града је мањи планински водоток (201 км<sup>2</sup>) са просечним протицајем од 2,23 м<sup>3</sup>/s, док Чемерница-притока З. Мораве низводно од Чачка има отицање у профилу Прељина (625 км<sup>2</sup>) 4,34 м<sup>3</sup>/s, а њена притока Дичина (Брђани) 1,70 м<sup>3</sup>/s. Бјелица се у З. Мораву улива у Овчарско-кабларској клисури. Њен је протицај у Гучи (239 км<sup>2</sup>) 3,17 м<sup>3</sup>/s.

Ибарске притоке су нешто издашније од Западно-моравских. Рашка у Рашкој (1.036 км<sup>2</sup>) са годишњим протицањем од 7,50 м<sup>3</sup>/s приближава се отицању Студенице (6,87 м<sup>3</sup>/s), која је по површини слива знатно мања (540 км<sup>2</sup>). У профилу Нови Пазар (472 км<sup>2</sup>) протицај Рашке је 4,45 м<sup>3</sup>/s, а специфични отицај 9,43 л/s/км<sup>2</sup>. Студеница узводно од профила Ушће се мери у Мланчи (310 км<sup>2</sup>) где је њен протицај 5,00 м<sup>3</sup>/s. Специфични отицај је 16,0 л/s/км<sup>2</sup>.

Варијације протицаја изражене су коефицијентом варијације, који показује какве су промене у протицају од месеца до месеца или године до године. Када би коефицијент варијације био нула, онда би река имала константан протицај током целе године. Годишњи коефицијент варијације на З. Морави је 0,28, а највиши месечни су у октобру (0,94) и августу (0,84). Пролећно-летњи месеци имају веће варијације протицаја од зимских месеци. Од притока З. Мораве, Расина и Пепељуша имају највеће варијације протицаја. Ибар прати З. Мораву, а Ситница и Рашка имају увећане промене  $Q$  (12).

Према класификацијама речних режима у Југославији, сливови река региона Краљево припадају плувио-нивалном или плувијалном режиму са одређеним варијантама. Токови горњег Ибра (Рожајски Ибар са притокама) су у умерено-медитеранској варијанти плувио-нивалног режима. У умерено-континенталној варијанти плувио-нивалног режима је горњи ток З. Мораве са њеним притокама, док су остале реке, углавном у средњем и доњем току З. Мораве у континенталној варијанти плувијалног режима (1).

**Велике и мале воде.** — На рекама региона велике су амплитуде измеђеу малих и великих вода. Док велике воде својим разорним дејством остављају најтеже последице, дотле мале воде не задовољавају ни основни биолошки минимум, а јављају се у време када су потребе за водом највеће (лети). Многи водотоци су на граници пресушивања, а велики је број повремених токова. Уз то, мале воде су лети највише загађене. Стога и велике и мале воде делују као ограничавајући фактор даљег привредног развоја региона Краљево.

**Таб. 3.** — Апсолутно минимални и максимални протицај река региона ( $m^3/s$ ) са датумом појаве.

**Tab. 3.** — Absolute minimum and maximum of the Region's river discharge ( $m^3/s$ ), with the date of occurrence.

Профил	река	Qmin.	датум	Qmin.	датум
Варварин	В. Морава	18.0	IX. 1964.	3080	14. V. 1965.
Јасика	З. Морава	12.0	IX. 1952.	1870	14. V. 1965.
Краљево	З. Морава	2.00	5. X. 1961.	1330	13. V. 1965.
Прељина	Чемерница	0.150	VII. 1968.	580	13. V. 1965.
Лопат. Лакат	Ибар	6.80	VIII. 1952.	1520	19. XI. 1979.
Ушће	Ибар	6.08	VII. 1968.	1180	19. XI. 1979.
Рашка	Ибар	3.50	IX/X. 1950.	1230	19. XI. 1979.
Рибарић	Ибар	0.730	XI. 1965.	302	20. XII. 1955.
Рашка	Рашка	0.750	VI/VIII. 1951.	410	19. XI. 1979.
Биљановац	Јошаница	0.340	5. XII. 1980.	118	13. V. 1965.
Ушће	Студеница	1.24	8. II. 1976.	203	11. V. 1965.
Бивоље	Расина	0.200	15. VII. 1968.	305	13. V. 1965.

У таб. 3. су максимални и минимални протицаји са датумом појаве у периоду 1951—1985. Највећа вода у Варварину на В. Морави према најмањој се односи као 1:171, а на Чемерници као 1:3.866. Подаци о великим и малим водама указују да се морају предузимати одговарајуће интервенције у сливу како би њихово штетно дејство било сведено на минимум. У садашњој ситуацији најлогичније је врхове поплавних таласа задржати у планинским пределима, изградњом миниакмулација, које би се још користиле за водоснабдевање, производњу електричне енергије, рекреацију и задржавање наноса.

### Водни биланс

Основне компоненте водног биланса-падавине, отицање и испаравање одређени су из осмотрених и мерних података. Уз ове вредности (таб. 4.) израчунате су још површински и подземни отицај, инфилтрација са коефицијентима инфилтрације, отицања, испаравања и хранења река подземним водама. Употребљен је метод совјетских аутора (9).

На Великој Морави у Варварину средње годишње падавине у сливу су 735 mm, висина отицаја 224 mm, испаравање 511 mm. Од укупно палих падавина, у земљиште се инфилтрира 595 mm или 81% падавина. Од тога 86% испари, а 14% одлази на подземни отицај, који износи 84 mm. Површински отицај је 140 mm, а коефицијент отицаја 0,305. или 30,5% падавина отиче рекама. Просечни специфични отицај је 7,10 l/s/km<sup>2</sup>.

Западна Морава у профилу Јасика где је њена површина слива 14.721 km<sup>2</sup> и Q = 113 m<sup>3</sup>/s има следеће компоненте водног биланса: средње падавине 780 mm, висину отицаја 242 mm, испаравање 538 mm. Коефицијент отицања је 0,31. Од укупне висине отицаја (242 mm) у реке дође површинским путем 149 mm или 61,5%, а подземно 93 mm, односно 38,5%. Дакле, Западна Морава још увек задржава карактеристике бујичарске реке.

Таб. 4. — Водни биланс сливова река региона Краљево\* (1951—1985.).

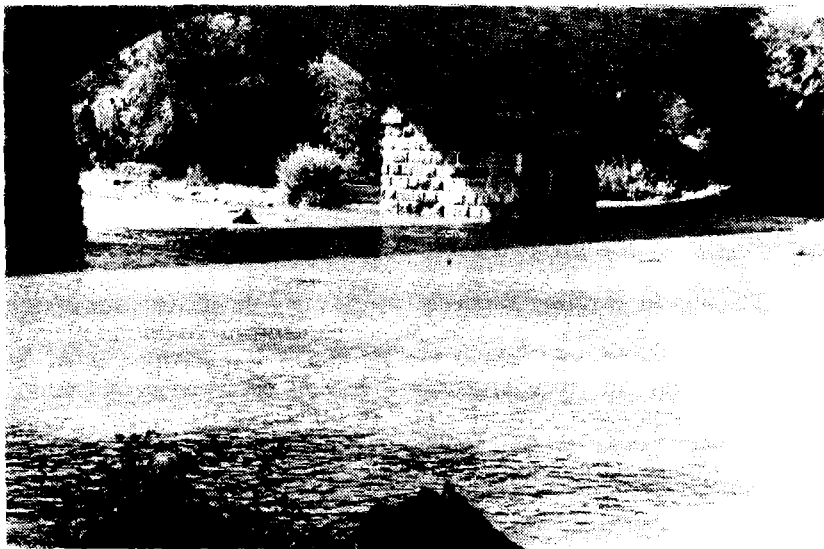
Таб. 4. — The water balance of the Kraljevo Area river watershed\* (1951—1985)

Профил	река	P mm	Q m <sup>3</sup> /s	q l/s/km <sup>2</sup>	Y mm	E mm	S mm	U mm	W mm	Ki	Cm	Cz	Ku
Варварин	В. Морава	735	225	7,10	224	511	140	84	595	0,81	0,30	0,70	0,14
Јасика	З. Морава	780	113	7,68	242	538	149	93	631	0,81	0,31	0,69	0,15
Краљево	З. Морава	846	46,5	9,85	311	535	203	108	643	0,76	0,37	0,63	0,17
Чачак	З. Морава	860	38,8	11,2	355	505	235	120	625	0,73	0,41	0,59	0,19
Јол. Лакаг	Ибар	750	60,0	7,67	242	508	142	100	608	0,81	0,32	0,68	0,16
Рашка	Ибар	740	44,5	7,10	224	516	154	90	606	0,82	0,30	0,70	0,15
Рибарић	Ибар	872	11,4	13,4	423	449	241	182	631	0,72	0,48	0,52	0,29
Бивоље	Расина	750	8,62	9,00	284	466	192	92	558	0,74	0,38	0,62	0,16
Губеревац	Гружа	700	1,43	2,91	92	608	65	27	655	0,94	0,13	0,87	0,07
Презљина	Чемерница	760	4,19	6,70	211	549	130	81	630	0,83	0,28	0,72	0,13
Гуча	Бјелица	890	3,17	13,3	418	472	247	171	643	0,72	0,47	0,53	0,26
Рашка	Рашка	680	7,45	7,19	227	453	135	92	545	0,80	0,33	0,67	0,17
Биљановац	Јошаница	780	3,43	12,9	408	372	230	178	550	0,70	0,52	0,48	0,32
Ушће	Студеница	785	7,26	13,4	424	361	201	160	521	0,66	0,54	0,46	0,31
Чедово	Вапа	680	3,80	7,58	239	441	139	100	541	0,80	0,35	0,65	0,18

\*) Ознаке симбола: P — падавине, Q — протицај, q — специфични отицај, Y — висина отицаја, E — испаравање, S — површински отицај, U — подземни отицај, W — инфилтрација, Ki — коефицијент инфилтрације, Cm — коефицијент отицања, Cz — коефицијент испаравања, Ku — коефицијент храњења река подземним водама.

У сливу З. Мораве се инфилтрира просечно 631 mm или 81% падавина, од чега 85% одлази на евпотранспирацију, а разлика од 15% на храпљење река подземним отицајем. Због малог прилива подземних вода, већи број мањих река је лети на граници пресушивања. Већи је број река чији протицај не траје 365 дана. То су ткз. повремени водотоци.

Ибар као планинска река има мању издашност него многе друге реке у сличним физичко-географским условима. На ово утичу падавине које у сливу Ибра нису тако обилне ( $P = 750$  mm), али у највећој мери притока Ситница која знатно смањује издашност слива Ибра, јер има велику површину слива ( $2.590$  km<sup>2</sup>), а мали протицај ( $13,6$  m<sup>3</sup>/s).



Сл. 2. — Ибар испод каменог моста у Рашкој

Fig. 2. — Ibar river under the stone bridge at Raška

У профилу Лопатница Лакат (у близини Матарушке Бање) Ибар са површином слива  $7.818$  km<sup>2</sup> има годишњу висину отицаја  $242$  mm, или  $7,67$  l/s/km<sup>2</sup>, а испаравање  $508$  mm. Просечна инфилтрација је  $608$  mm од чега око  $100$  mm подземним путем дође у реке. Површински отицај је за 42% већи од подземног, што указује на бујичарски карактер и реке Ибра. Око 32% падавина отиче, 68% испарава (5).

Река Расина десна притока З. Мораве код Бивоља има компоненте водног биланса које су веома блиске Ибру. Уосталом и режим реке Расине је веома сличан Ибру. Расина у профилу Бивоље са површином слива  $958$  km<sup>2</sup> има средње падавине у сливу  $P = 750$  mm, просечни годишњи протицај  $Q = 8,62$  m<sup>3</sup>/s, или  $Y = 284$  mm. Испаравање је неупоредиво веће од отицаја и износи  $E = 466$  mm, док је инфилтрација највећа  $W = 558$  mm (74% падавина). Површински отицај је  $S = 192$  mm, а подземни  $U = 92$  mm.

Најповољније компоненте водног биланса има Студеница. На њен слив ( $F = 540 \text{ km}^2$ ) годишње падне просечно  $785 \text{ mm}$  воденог талога. Од тога реком отиче  $Y = 424 \text{ mm}$ , у атмосферу се путем испаравања враћа  $E = 361 \text{ mm}$ . У земљиште се инфилтрира  $W = 521 \text{ mm}$ . Површински отицај износи  $S = 201 \text{ mm}$ , а подземни  $U = 160 \text{ mm}$ . Коefицијент отицаја је  $C_m = 0,54$ , а храњења река подземним водама  $K_u = 0,31$ .

Због малих падавина, сливови Вапе и Увца имају ниже вредности хидролошког биланса. На Рашкој ( $1.036 \text{ km}^2$ )  $P = 680 \text{ mm}$ ,  $Y = 277 \text{ mm}$ ,  $E = 453 \text{ mm}$ ,  $W = 545 \text{ mm}$ ,  $C_m = 0,334$ . На Вапи у профилу Чедова ( $501 \text{ km}^2$ ) годишњи протицај је  $Q = 3,80 \text{ m}^3/\text{s}$ , специфични отицај  $q = 7,58 \text{ l/s/km}^2$ . Висина отицаја је  $Y = 239 \text{ mm}$  са коefицијентом отицања  $C_m = 0,35$  и испаравања  $C_z = 0,65$ . Инфилтрација је  $W = 541 \text{ mm}$  са  $K_u = 0,18$  и  $U = 109 \text{ mm}$ . Већи подземни прилив на Вапи и њеним притокама, последица је присуства већих кречњачких оголелих површина, услед чега је смањено испаравање, а повећано подземно отицање. Површински отицај код Вапе ( $139 \text{ mm}$ ) је само за 28% већи од подземног, што је у односу на друге реке веома повољно. Нпр. Јовановачка река притока В. Мораве у Бићевцу има за 3,22 пута (више од 300%) већи површински отицај од подземног.

### Карта отицања региона

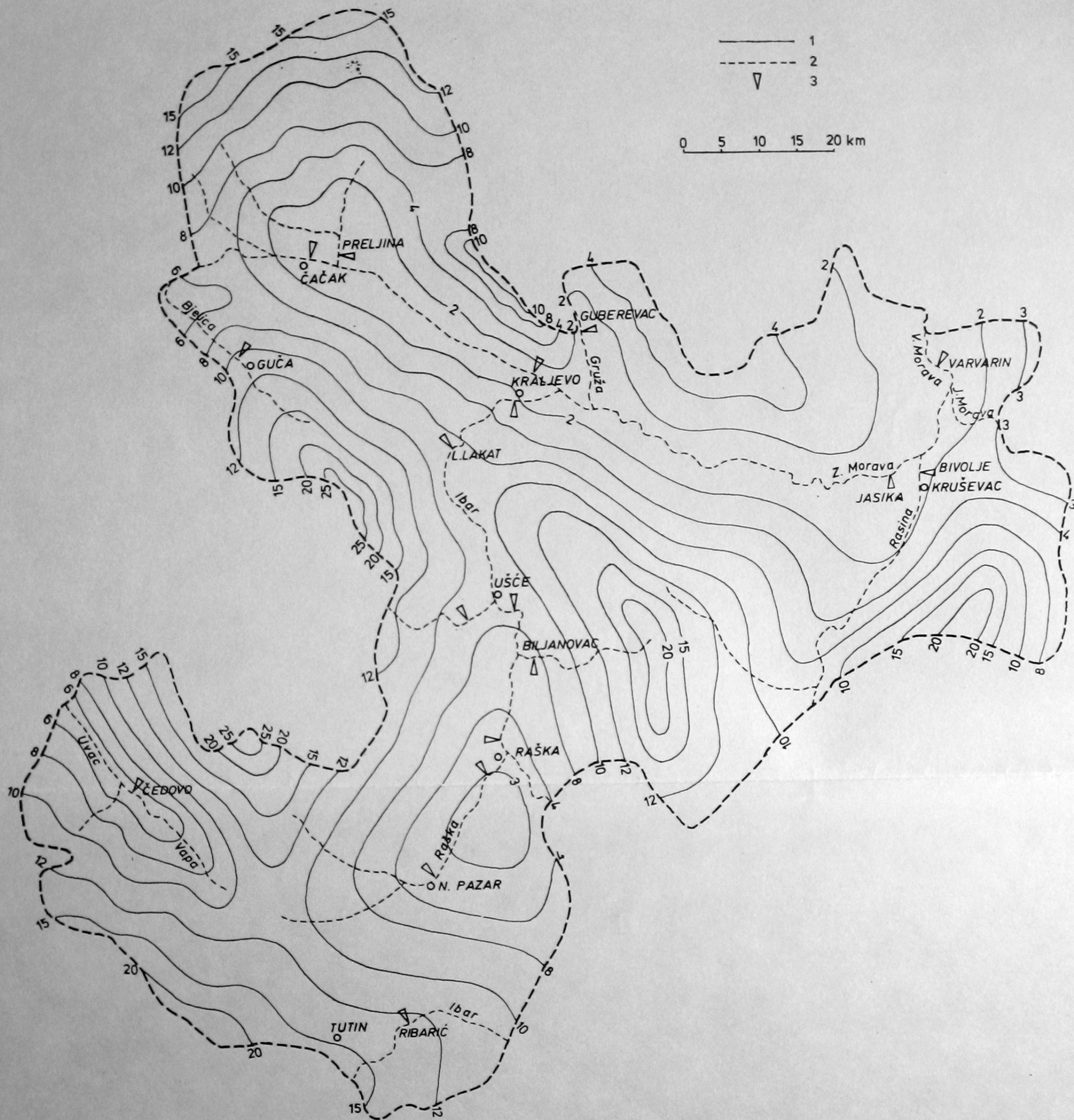
Карта отицања региона Краљево представљена је изолинијама специфичног отицаја ( $\text{l/s/km}^2$ ). Урађена је по подацима годишњих протицаја у периоду 1951—85. (ск. 3.). Показује регионални распоред вода (издашност региона). Прво је урађена за слив З. Мораве, а затим сведена у границе региона. Вредности специфичног отицаја ( $q$ ) наношене су у тачку средњег храњења реке водом (средиште слива), а помоћу регионалних зависности отицања од надморске висине одређиване су његове максималне вредности. Но и поред тога, свака карта конструисана на овакав начин мора бити контролисана. Поступком планиметрисања површина између изолинија, подаци су упоређивани са осмотреним и мереним. Нпр. на Чемерници  $q$  са карте је 6,76 према мереном 6,94  $\text{l/s/km}^2$ , код Јошанице је тај однос 14,0 према 13,2, Расине 9,02 према 9,00, код Рашке 8,00 према 7,23  $\text{l/s/km}^2$ , итд.

Карта отицаја региона Краљево показује неравномерност вода у простору. Док је воде довољно у планинским и вишим пределима, дотле је ње веома мало у нижим и равничарским крајевима, који су као што је познато најгушће насељени и урбанизовани. Дакле, и у овом делу Републике се јавља несклад између распореда водних ресурса и потреба за водом.

У највећем делу региона отицање је мање од  $8,0 \text{ l/s/km}^2$  (око 50% површине). Долина З. Мораве од Чачка до Сталаћа има просечно отицање од  $2,0 \text{ l/s/km}^2$ . Друге две области у којима је отицање такође мало су Пештерска висораван на коју се надовезује слив Рашке, леве притоке Цбра. У њима је отицање испод  $6,0 \text{ l/s/km}^2$ .

С друге стране, највеће отицање имају планинска подручја Маљена, Сувобора, Рудника, Копаоника, Котленика, Јастребца, Чемерна, Радочела, Голије, Јавора, Рожајских планина, где је, због водонепропусних стена, отицај по правилу већи од  $15,0 \text{ l/s/km}^2$ .

Ако се упореде површине између одговарајућих изолинија са укупном површином региона, добијају се односи који показују да је највише површине смештено између изолинија од 4—8  $\text{l/s/km}^2$  (18,1%), затим од 2—4



Ск. 3. — Карта специфичног отицаја ( $l/s/km^2$ ) региона Краљево за период 1951—1985.

1 — изолоније, 2 — реке 3 — хидролошке станице

Sk. 3. — Map of specific run-off ( $l/s/km^2$ ) of the Kraljevo region for the period 1951—1985.

1 — iso-line 2 — rivers 3 — hydrological stations

l/s/km<sup>2</sup> (17,4%) и 8—10 l/s/km<sup>2</sup> (16,8%). Најмање површине региона се налази између 20—30 l/s/km<sup>2</sup> (0,93%) и од 15—20 l/s/km<sup>2</sup> (5,87%).

Ако се са карте односи површина-специфични отицај трансформишу у протицај добија се просечни протицај региона Краљево, око 76,0 m<sup>3</sup>/s са специфичним отицајем од 7,94 l/s/km<sup>2</sup>. То су воде које постају од падавина које падну на територију региона Краљево. Међутим, регионом протичу воде и из других подручја. Излазни протицај региона је 122 m<sup>3</sup>/s — профил ушће З. Мораве. Према томе, види се да је у региону јако неповољан однос између аутохтоних и алохтоних вода.

### Термички режим река

Температура воде река у региону Краљево мери се на Западној Морави у Краљеву од 1980. и Јасици од 1972. године. На Ибру осматрања се врше у Краљеву од 1959, Ушћу 1960., а на Великој Морави (Варварин) од 1967. године. Формирањем низова у периоду рада станица и свођењем краћег низа у Краљеву (З. Морави) на дужи, израчунате су просечне месечне и годишње температуре воде река (таб. 5.).

Таб. 5. — Просечне температуре воде (°C) река

Таб. 5. — The average temperature of water (°C) of the rivers.

Станица/река	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Краљево З. Морави	2,46	4,23	5,90	10,5	15,8	19,5	20,5	20,9	19,0	13,7	8,10	4,07	11,9
Јасика З. Морави	1,85	3,34	6,62	10,8	15,8	19,3	21,1	20,0	17,3	12,1	6,36	3,11	11,5
Ушће Ибар	2,24	3,53	6,05	10,1	14,3	17,8	19,3	19,2	16,1	11,5	7,33	3,84	11,0
Краљево Ибар	2,10	3,11	6,21	10,4	14,8	18,1	19,9	20,0	16,2	11,8	7,21	3,55	11,2
Варварин В. Морави	1,83	3,19	6,11	10,4	15,9	18,7	21,1	20,9	17,4	11,8	6,58	3,00	11,6

Оне се у годишњој вредности крећу од 11—12°C. Сличне су температуре ваздуха које су на метеоролошким станицама Краљево и Крушевац 11,1 и 11,2°C. Западна Морави је нешто топлија од Ибра. Највише температуре су у јулу и августу и више су од 20°C. Најниже су нормално у јануару када је и ваздух најхладнији. Због споријег хлађења воде, температура је у јесен нешто виша него у пролеће. Просечне зимске температуре су од 2,7 до 4,0°C, а летње од 19—20°C (таб. 6.).

Западна Морави низводно од Краљева и Велика Морави имају веома сличан термички режим. Температуре воде су приближне скоро у свим месецима године. На ово утичу отвореност Велико-моравске и Западно-моравске долине које су изложене јачем хлађењу зими, али и већем загревању у лето.



Таб. 6. — Средње температуре воде (°C) за сезоне и вегетациони период

Tab. 6. — Average water temperature (°C) for the seasons and vegetation periods.

Станица	река	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI	V—X
Краљево — Зап. Морава		3,60	10,7	20,3	13,6	18,2
Јасика — Зап. Морава		2,80	11,1	20,1	11,9	17,6
Ушће — Ибар		3,20	10,2	18,8	11,6	16,4
Краљево — Ибар		2,92	10,5	19,3	11,7	16,8
Барварин — Вел. Морава		2,67	10,8	20,2	11,9	17,6

Западна Морава узводно од ушћа Ибра је у зимским месецима знатно топлија од низводног дела. Зимска температура је 3,60 у Краљеву, а 2,80°C у Јасици. Иако Ибар као хладнији снижава температуру З. Мораве, њене повећане температуре узводно од Ибра више су последица утицаја фабрике Магнохром која зими испушта топлију воду у реку и повећава њену температуру.

Ибар је лети нешто хладнији од других река, али је топлији зими. У вегетационом периоду када се вода највише користи за наводњавање, највише температуре су код Западне Мораве — узводно од Краљева, а најниже код Ибра.

Термички режим река у тесној је вези са температуром ваздуха. Нормално, сваки пораст температуре ваздуха прати одговарајући пораст температуре воде, али је због специфичних обележја загревање и хлађење воде знатно спорије у односу на ваздух. Међутим, загревање и хлађење воде у вези је и са начином храњења река (снежница, кишница, подземне воде).

Од јануара до марта средња месечна температура воде је виша од средње месечне температуре ваздуха. Даље је ваздух топлији до у касну јесен одакле вода у реци бива поново топлија. Код Ибра и у априлу је температура воде виша од температуре ваздуха.

Разлике између највиших и најнижих средње месечних температура воде (ск. 4а.) могу бити значајне, када је у питању искоришћавање воде за наводњавање, и могу износити и до 6°C у максимуму, односно око 2,5°C у минимуму. Највиша средња месечна температура воде на З. Морави (Јасика) је у августу 23,5°C, а најнижа 8,8°C у октобру.

Таб. 7. — Апсолутно максималне и минималне температуре воде (°C)

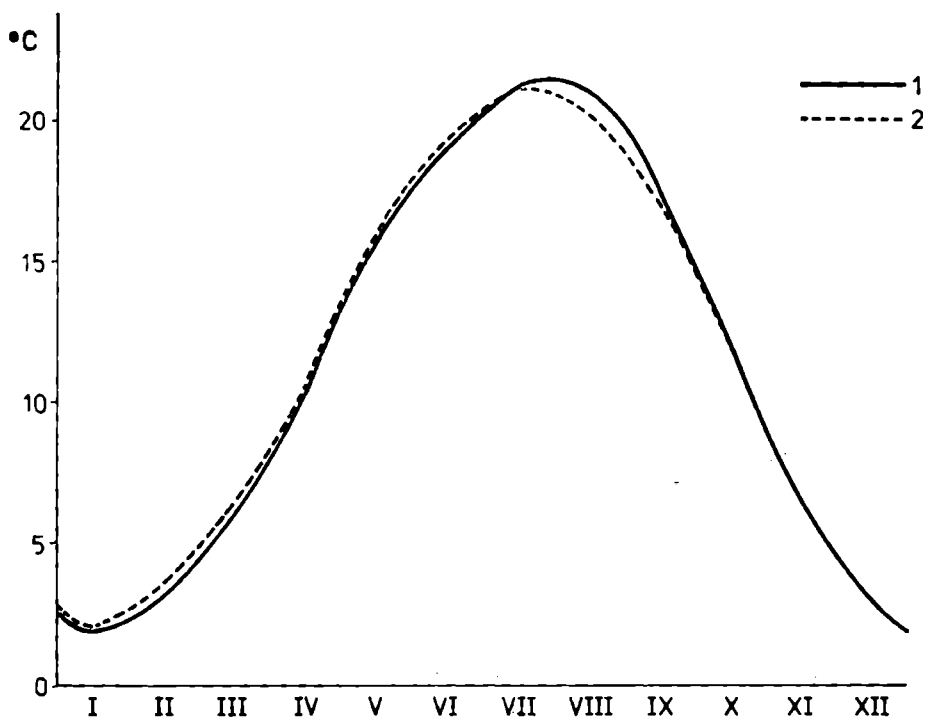
Tab. 7. — Absolute maximum and minimum temperatures of water (°C).

Станица	река	апсол. мин.	датум	апсол. макс.	датум
Краљево	Зап. Морава	0,0	више година	28,6	19. VII. 1985.
Јасика	Зап. Морава	0,0	" "	26,5	13. VIII. 1972.
Ушће	Ибар	0,0	" "	29,3	1. VII. 1963.
Краљево	Ибар	0,0	" "	26,3	6. VII. 1982.
Барварин	Вел. Морава	0,0	" "	26,0	више год.

Апсолутно максималне и минималне температуре воде (таб. 7.) варирају од 0,0° до 30°С. Минималне температуре се јављају скоро сваке године и не падају испод 0,0°С, док максималне зависе од температуре ваздуха и могу достићи вредност и до 30°С. До сада највиша температура од 29,3°С је осмотрена 1. VII. 1963. у Ушћу на Ибру.

### Температурни прагови и периоди трајања карактеристичних температура

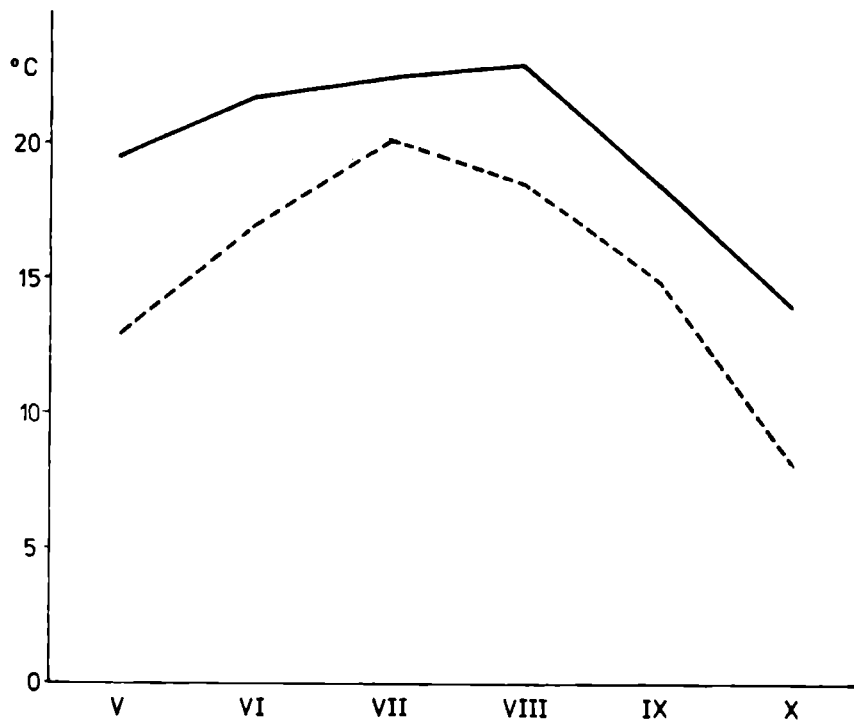
Са аспекта коришћења воде у водопривредне сврхе, у пракси се често користе подаци о трајањима температуре изнад одређене границе као и просечни датуми њиховог појављивања у појединим деловима године. У тесној вези са овим подацима је одређивање најоптималнијих периода у којима се вода може користити за наводњавање у време трајања вегетационог периода, али у новије време и када су у питању туристичка вредновања наших река.



Ск. 4. — Просечне температуре воде (°C) за период 1967—1985.  
1 — Велика Морава (Варварин), 2 — Западна Морава (Јасика)

Sk. 4. — Mean monthly water temperatures (°C) for the period 1967—1985.  
1 — Velika Morava (Varvarin) 2 — Zapadna Morava (Jasika)

Избором карактеристичних температура нпр. од 5, 10, 15, 20°C са графикона на ск. 4. одређени су просечни датуми њиховог појављивања са периодом трајања (таб. 8.). Средња температура од 5°C на Западној Морави траје од средине марта до краја новембра, или 8,5 месеци у години. Температура од  $t \geq 15^\circ\text{C}$  траје од почетка маја до краја септембра, просечно 150 дана у години.



**Ск. 4а.** — Највише и најниже средње месечне температуре воде ( $^\circ\text{C}$ ) Западне Мораве (Јасика) за период 1972—1985.

**Sk. 4a.** — Highest and lowest mean monthly water temperatures ( $^\circ\text{C}$ ) of Zapadna Morava river (Jasika) for the period 1972—1985.

На Великој Морави дужина периода са  $t \geq 20^\circ\text{C}$  је око два месеца годишње, а са температуром вишом или једнаком од  $15^\circ\text{C}$  је од прве декаде маја до октобра. На Ибру појава одређених температура је нешто каснија, а и период њиховог трајања је краћи.

Лед је чешћа појава на В. Морави, З. Морави, али и на Ибру и другим рекама. Најчешће се јавља у оним деловима река где брзина воде ослаби а хладан ваздух се дуже задржава (у котлинама и долинама). Потребан је услов да температура воде буде  $0^\circ\text{C}$ , а температура ваздуха знатно испод  $0^\circ\text{C}$ , са трајањем од неколико дана (ледени дани). Са појавом леда везане су и ледене поплаве.

## Водопривредни проблеми

Краљевачки регион обилује бројним површинским и подземним хидрографским објектима чији потенцијал може да буде искоришћен у даљем привредном развоју овог мањег развијеног дела Републике Србије.

У региону је 1981. живело око 800.000 становника, а процењује се да их је данас око 900.000. Утицај воде на услове живота и рада становништва је велики и неоспоран. Проблеми који се јављају у вези с тим могу да се сврстају у три веће групе: *коришћење вода, заштита од вода и заштита вода.*

**Таб. 8.** — Трајање периода карактеристичних температура воде

**Tab. 8.** — The duration of periods with characteristic water temperatures.

Станица/река	карактерист. темпер.	датум почетка	датум свршетка	трајање у месецима
Јасика — Зап. Морава	≥ 5°C	15. III.	30. XI.	8,5
	≥ 10°C	15. IV.	25. X.	6,0
	≥ 15°C	7. V.	25. IX.	4,5
	≥ 20°C	1. VII.	15. VIII.	1,5
Варварин — Вел. Морава	≥ 5°C	15. III.	26. XI.	8,5
	≥ 10°C	15. IV.	25. X.	6,5
	≥ 15°C	10. V.	1. X.	4,5
	≥ 20°C	30. VI.	25. VIII.	2,0
Краљево — Ибар	≥ 5°C	15. III.	26. XI.	8,5
	≥ 10°C	18. IV.	25. X.	6,5
	≥ 15°C	15. V.	25. IX.	4,5
	≥ 20°C	15. VII.	15. VIII.	1,0

Воде региона Краљево се данас користе за водоснабдевање становништва, за потребе индустрије, за наводњавање, производњу електричне енергије, за рекреацију и узгој риба.

Градови и сеоска насеља се снабдевају водом из каптираних извора, копаних бунара или изграбених акумулација. Расположива количина воде по становнику је била 8.830 m<sup>3</sup>/год. у 1980., односно око 7.850 m<sup>3</sup>/год. у 1990. Прогнозира се да би тај однос у 2000-тој години могао да износи око 7.064 m<sup>3</sup>/год. по становнику. Ово су укупне воде региона (аутохтоне + алохтоне). Међутим, када се број становника упореди са аутохтоним водама (76,0 m<sup>3</sup>/s), онда је тај однос за скоро три пута мањи и износи: 2.995 m<sup>3</sup>/g/st. у 1980., 2.663 m<sup>3</sup>/g/st. у 1990. а 2.397 m<sup>3</sup>/g/st. у 2000-тој години.

Садашње потребе становника у води региона Краљево су 92,45 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/год., а индустрије 25,78 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/год. (8). Пољопривреда захтева око 33,0 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/g, са којом би се могло наводњавати око 9.000 ха. Ова би се количина временом повећавала освајањем нових пољопривредних површина гајењем култура на већим надморским висинама. Већи системи за наводњавање су у околини Чачка, Трстеника и Крушевца.

**Заштита од вода** се спроводи у циљу елиминисања штетног деловања великих вода (поплава), смањења продукције вученог и суспендованог наноса и спасавања људства и имовине. Од свих елементарних непогода, поплаве у региону остављају најтеже последице. Западна Морава и њене многобројне притоке имају све карактеристике бујичних река, чије воде брзо надобу, изливају се из корита и плаве околна поља и насеља. Честе и веома штетне поплаве последица су не само дуготрајних и јаких киша, већ и неуређених сливова. Многа корита су нерегулисана и засута крупним наносом, поремећена је равнотежа у биљном покривачу, смањена је ретензија подземних вода и јако нарушен однос малих и великих вода.

Одбрана од поплава решава се у склопу уређења речних сливова у Републици Србији при чему се посебно издвајају техничке и биолошке мере заштите (2).



Сл. 3. — Мала акумулација на Јастрепцу (слив Расине)

Fig. 3. — Small reservoir on Jastrebac mountain (Rasina river drainage basin)

У техничке мере заштите спадају регулација корита, изградња насипа и малих акумулација које су у новије време најактивнији облици заштите (сл. 3.).

Биолошке мере заштите изводе се у циљу регулисања отицања брзог површинског сливања и продужења времена концентрације поплавних таласа. При томе, мора се успоставити ранија равнотежа између шумских и травних површина и обрадивих површина (3).

**Заштита вода** подразумева отклањање свих узрока који су довели до нарушавања њиховог квалитета, присуством отпадних и по здравље опасних материја. Заштита водних количина има за циљ одржавање ранијих минималних протицаја, чији је режим у приличној мери нарушен утицајем човека (агротехничке мере, изградња сеоских и градских водовода).

Према испитивању квалитета речних вода у 1989. год. (8), Западна Морава је била у III класи речних вода, уместо захтеване IIa и IIб. Ибар је био у II класи, што је за једну класу бољи квалитет у односу на раније године. Велика Морава је у III класи, слично као Јужна Морава и Расина. Ван класе речних вода је Деспотовица-притока Дичине, која је загађена отпадним водама индустрије Горњег Милановца. У IV класи речних вода је Бјелица (Лучани), Чесерница у II, притоке Ибра Студеница и Јошаница у I, а Рашка у II класи речних вода.

Питање даље заштите вода мора се сводити на поштовање давно допетих прописа да сваки произвођач који у технолошко-производном процесу користи воду, мора да има уређај за њено пречишћавање. Посебно питање у даљој заштити вода у сливовима наше земље па и река региона Краљево је очување вода у вишим пределима где су оне још увек загађене. С обзиром на висински распоред загађивача осетније загађивање вода у сливу З. Мораве се јавља на површинама које су испод 500 м. н. в. Воде изнад ове висине су у I класи. Ту настаје 37,0 m<sup>3</sup>/s протицаја или 80% вода З. Мораве пре ушћа Ибра. (7).

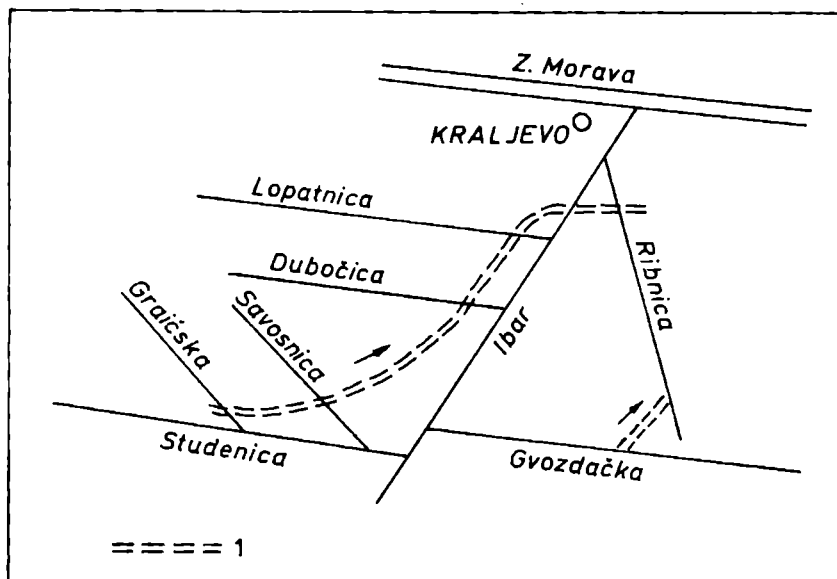
**Водоснабдевање Краљева и околине.** — Посебно место у даљем снабдевању водом насеља и индустрије Србије заузима град Краљево. У последњих неколико година град је био изложен честим несташицама воде проузрокованим загађивањем подземних вода у приобаљу Ибра одакле се град снабдевао водом. Изражена загађења Ибра била су често присутна пуштањем отпадних вода индустрије са Косова, а З. Мораве од индустрије из градова западне Србије. Тако је Краљево доживело судбину да воду позајмљује из водом сиромашне Шумадије (акумулација Гружа), и ако лежи на ставама двеју већих река и у близини високих планина са многобројним водотоцима чије су воде још увек загађане.

Када би се решавало питање водоснабдевања само града Краљева, проблем би био лакше решив, јер би његове потребе могле бити задовољене узимањем воде из само једног мањег водотока, нпр., Рибнице, Гвоздачке или Лопатнице. Међутим, и други градови у долини З. Мораве и Ибра оскудевају у води (Грестеник, Врњачка Бања) и многа сеоска насеља, која су по броју становника већ прерасла у градове. И јужна Шумадија у великој мери почиње да оскудева у води. Зато се са решавањем проблема водоснабдевања Краљева настоји решити и питање снабдевања водом насеља и индустрије других места у његовој ближој или широкој околини.

У оваквој ситуацији избор је нормално усмерен на реку Студеницу која је најбогатија водом (6,80 m<sup>3</sup>/s), најчистија и са најмањом густином насељености слива. Из познатих разлога ово решење је дуго оспоравано, привремено је одложено — због присуства манастира Студенице који би, наводно, био угрожен од будуће акумулације подигнуте узводно од манастира за око 10 км.

Од стране више аутора предлагане су нове варијанте решавања овог актуелног водопривредног проблема. Између осталог и аутор овог рада је предложио једну од могућих варијанти (ск. 5.). Она би уместо вода Студенице користила воде река Граићке и Савошнице-левих притока Студенице, Дубочице, Лопатнице, Гвоздачке (Брезанске) и Рибнице — левих и десних притока доњег Ибра. Процењује се да је укупан протицај ових река најмање  $Q = 5,50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Само Лопатница и Рибница — на којима постоје дугогодишња хидролошка осматрања располажу са  $3,50 \text{ m}^3/\text{s}$  протицаја. Вода би се путем ценовода доводила гравитацијом до одређених ре-

зервоара, а одатле даље до потрошача. Не улазећи у техничка решења овог пројекта и његову економску оправданост, сматрамо да би се овом варијантом обезбедиле исте количине вода као из акумулације „Студеница”. Она би се могла изводити поступно — по фазама, с тим што би се Гвоздачка увела тунелом у Рибницу, јер се у свом средњем току веома приближила овој реци.



Ск. 5. — Шема једне од могућих варијанти водоснабдевања Краљево и околине; 1 — цевовод

Sk. 5. — Sketch of one of the feasible alternatives of water supply of Kraljevo and its vicinity; 1 — pipeline

### ЗАКЉУЧАК

Воде региона Краљево обрађене су приказом хидролошког и термичког режима и просторног распореда. Регионом Краљево протичу Западна Морава, Ибар, краћим током Велика Морава и њихове многобројне веће и мање притоке.

Карактеристике односних режима река показују да је њихов временски и просторни распоред вода неповољан, нарочито са становишта потреба у води. Највеће воде су у пролеће када рекама отиче 40% годишњег протицаја, затим у зиму, а најмања у јесен и лето, када су потребе за водом највеће.

У највећем делу региона отицање је мање од  $8,0 \text{ l/s/km}^2$ . У алувијалним равнинама и равницама отицање је око  $2,0 \text{ l/s/km}^2$ , док високи планински предели имају специфични отицај већи од  $15,0 \text{ l/s/km}^2$ .

Подаци о екстремима река показују да су јако нарушени односи између максималних и минималних вода. Стога се морају предузимати одговарајуће мере у сливу како би се ово штетно дејство воде svelo на минимум.

Највећи део падавина испарава. Применом агротехничких мера може се очекивати даље повећавање испаравања на рачун отицања, тако да ће воде у рекама бивати све мање. То ће се негативно одразити на мање реке, које су већ на граници пресушивања, а велики је број повремених (сезонских) токова.

Посебан проблем у даљем коришћењу вода јесте њихова загађеност. Веће реке су у III класи речних вода, а рећи су водотоци који су у I класи. У вези с тим јавља се проблем даљег водоснабдевања градова и индустрије у долини Западне Мораве, посебно града Краљева. Зато воде треба очувати у вишим пределима региона, где су оне још незагађене. То се може постићи изградњом малих акумулација чија ће улога у решавању многих водопривредних проблема бити вишезначна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дукић Д.: *Воде СР Србије*; Посебна издања, књ. 44; Српско географско друштво; Београд; 1977.
2. Đorđević B. i dr.: *Zaštita od poplava*; I Kongres o vodama Jugoslavije, knj. I: Savez inženjera i tehničara Jugoslavije; Београд; 1969.
3. Јовановић В.: *Биолошке мере заштите у водoprивреди и њихов doprinos regulaciji reka*; I Kongres o vodama Jugoslavije; Savez inženjera i tehničara Jugoslavije; Београд; 1971.
4. Марковић Ј.: *Географске области СФРЈ*; Завод за уџбенике и наставна средства СР Србије; Београд; 1970.
5. Осokoljić М.: *O odnosu između površinskog i podzemnog oticanja u slivu Zapadne Morave*; Magistarski rad; Arhiv magistarskih radova, Odsek za geografiju PMF; Београд; 1971.
6. Осokoljić М.: *Određivanje nekih opštih karakteristika sliva u cilju proučavanja režima izučениh i neizučениh reka*; Vodoprivreda, br. 44; Jugoslovensko društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje; Београд; 1976.
7. Осokoljić М.: *Visinsko zoniranje voda u slivu Velike Morave i neki aspekti njihove zaštite*; Посебна издања, књ. 64; Српско географско друштво; Београд; 1987.
8. Анонимни аутор: *Vodoprivredna osnova SR Srbije*, nacrt; Bez voda izdavača; Београд; 1987.
9. Група ауторов: *Основы метода изучения водного баланса и его преобразования*; Географический институт Академии наук СССР; Москва; 1963.
10. *Карта региона Краљево*, Р 1:220.000; Завод за картографију „Геокарта“; Београд; 1984.
11. *Општине у СР Србији*; Републички завод за статистику; Београд.
12. Група аутора: *Prosečno oticanje reka u SR Srbiji*; Elaborat; Републички хидрометеоролошки завод; Београд; 1988.
13. Група аутора: *Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih voda u Srbiji u 1989. g.*; Републички хидрометеоролошки завод; Београд; 1990.
14. *Topografske i orohidrografske karte* R 1:50.000, 1:100.000 i 1:200.000; Војногеографски институт; Београд.
15. *Hidrološki i meteorološki godišnjaci* u periodu 1951—1985.; Savezni хидрометеоролошки завод; Београд; 1951—1985.



HYDROLOGICAL AND THERMAL RIVER WATER  
REGIME OF KRALJEVO REGION

The Kraljevo region waters have been elaborated in the survey of their regime and spacial distribution. The Kraljevo region runs the following rivers: Zapadna Morava, Ibar, short stretch of Velika Morava and their numerous large and small tributaries.

The outlet discharge rate of the region is  $122 \text{ m}^3/\text{sec}$ . These are the waters of the Zapadna Morava river at its confluence with Južna Morava near Stalać. The inner waters of the region, originating from precipitations, falling on its territory, are discharged at the rate of  $76.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Specific run-off rate is  $7.94 \text{ l/s/km}^2$ . The run-off height of the region is  $250 \text{ mm}$ .

The characteristics of the river water regime within the Kraljevo region are indicative of unfavourable time and space distribution of waters, deviating from water requirements. The highest flood flows take place in the spring when the rivers handle 40% of the annual discharge, then the run-offs are higher in the winter, with the minimum run-offs occurring in the autumn and summer when the water requirements are the greatest.

The greatest part of the region includes the run-offs below  $8.0 \text{ l/s/km}^2$ . In the alluvial plains and plains the run-offs rate about  $2.0 \text{ l/s/km}^2$ , while in the higher mountainous regions the specific run-off exceeds  $15.0 \text{ l/s/km}^2$ .

The data on the extremes of the regional rivers show a great extent of disturbed relations between the maximum and minimum waters. Appropriate interventions should be taken on the drainage basin so that the detrimental effect of these extremes is reduced to minimum.

The major part of precipitations evaporates which is favourable from the aspect of increased agricultural production. With application of agro-engineering measures one can expect further increase of evaporation at the expense of run-off, so that the river waters will get ever lower. Many small rivers are already on the verge of drying-up, and the number temporary (seasonal) water streams is large.

Specific problem in further use of waters is their pollution. Bigger rivers fall within the Class III of the river waters, and the Class I water courses are rare. To that end, there is an ever-present problem of further municipal and industrial water supply along the Zapadna Morava river valley, the town Kraljevo in particular. Consequently, the waters should be preserved within the higher parts of the region, where they are still unpolluted. This can be achieved by construction of mini-reservoirs and their ambigouns role in the solution of many water management problems.