

Мирослав Оцокољић

UDK 911.2:556 (497.11)

Прегледни чланак

ВОДНИ ПОТЕНЦИЈАЛИ СРБИЈЕ

У раду је анализирано и проучено водно богатство Србије приказом режима и количина вода. Највеће резерве су у речној мрежи која је најгушћа, а велике су залихе подземних вода. Иако реке из Републике износе око $6000 \text{ m}^3/\text{s}$ вода, ипак је њено подручје сиромашно у води. Само се $600 \text{ m}^3/\text{s}$ формира у Републици, па неке њене области оскудевају у води, јер имају јединични отицај мањи од 5 l/s/km^2 . Хидроенергетски потенцијал Републике је велики, сигурно највећи међу другим земљама Балканског полуострва. Међутим, временски и просторни распоред вода није у складу са потребама и размештајем становништва, јер је воде најмање у лето и у привредно развијеним деловима Републике.

Кључне речи: Воде, потенцијали, ресурси, резерве, расподела, Србија

Република Србија заузима централни део Балканског полуострва и јужне делове Панонске низије. Захваљујући таквом повољном географском положају, посебно утицају рељефа и климе, њена територија испресецана је бројним хидрографским објектима, чији потенцијал може да буде искоришћен у даљем привредном развоју земље. Највеће резерве воде су у речној мрежи која је повезана у три већа хидрографска система, којима воде отичу у Црно, Јадранско и Егејско море. Црноморском сливу припада 92,4% територије Републике, Јадранском 5,4% и Егејском 2,2%. Густина речне мреже расте од севера ка југу, највећа је у планинама, а најмања у равници и крашким теренима. Просечна густина речне мреже је 747 m/km^2 , у централној Србији је 870 m/km^2 , а на Космету 820 m/km^2 . У Републици је 43 водотока са површином слива већом од 500 km^2 , чији се просечни потенцијали крећу од $2,00 \text{ m}^3/\text{s}$ (Кубршница-Смедеревској Паланка) до $260 \text{ m}^3/\text{s}$ (Велика Морава-Љубичевски мост), односно до $5.600 \text{ m}^3/\text{s}$, колики је протицај Дунава као међународне реке, чија је површина слива у профилу Велико Градиште 570.375 km^2 . Већина водотока постаје у Републици, док њеним северним делом протичу велике реке из других држава или западног дела Балканског полуострва. На њеној територији је већи број природних и вештачких језера и извора, а велике су залихе подземних вода. Водно богатство Републике расте са надморском висином, што је са аспекта коришћења вода веома повољно. Међутим, просторни распоред вода није у складу са потребама у води, јер ње најмање има у привредно развијеним деловима Републике.

ХИДРОГРАФСКИ ПРЕГЛЕД

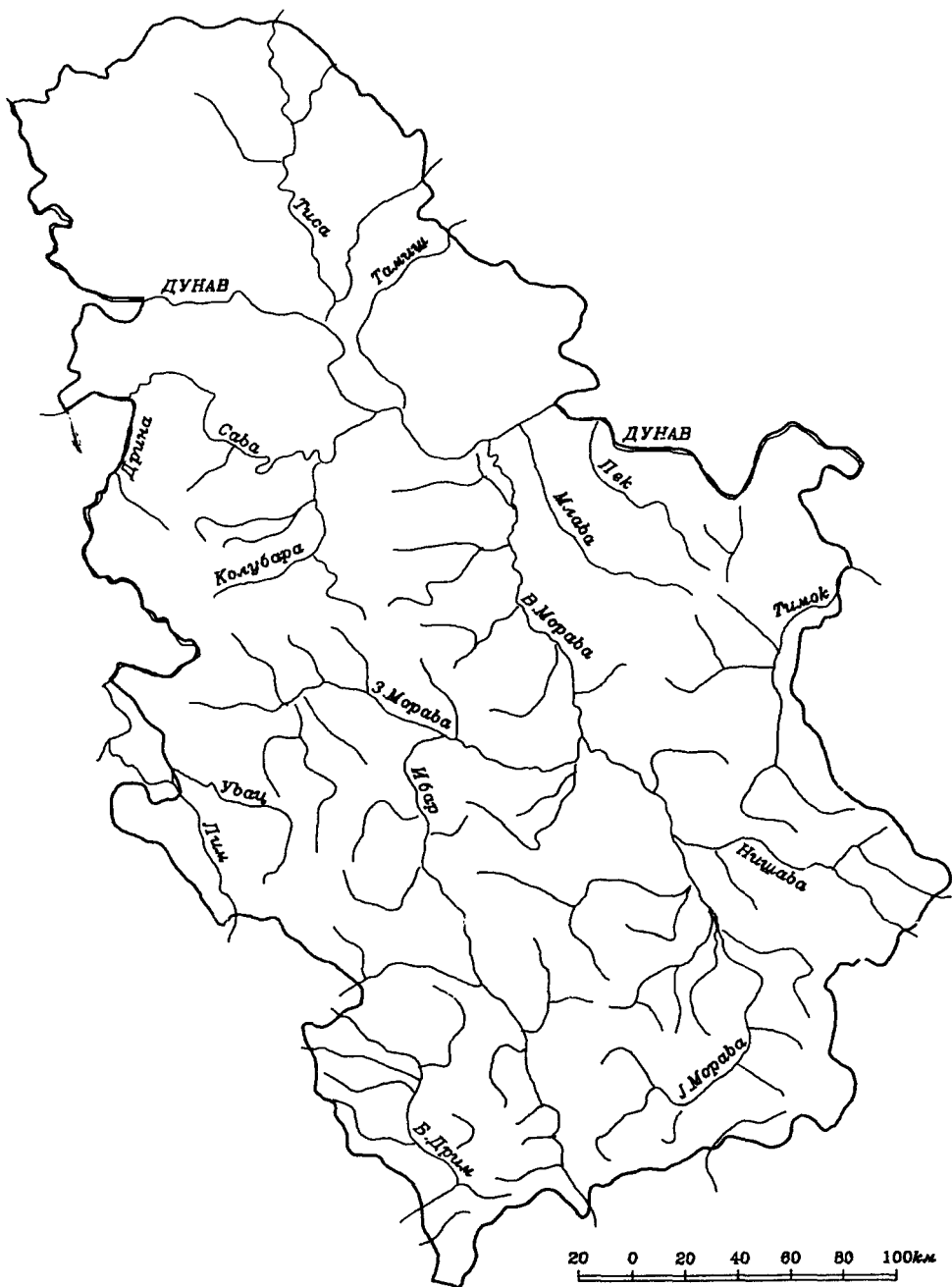
Дунав је највећа река Црноморског слива. Кроз нашу земљу тече од мађарске до југословенско-румунске границе дужином тока од 588 km, што чини 20,6% његове укупне дужине (2.783km). У војвођанској равници прима више притока, које се уливају с обе стране реке и које су попут Дунава такође велике међународне реке. Код Сланкамена се у Дунав улива Тиса, код Панчева Тамиш, које су леве притоке, док су Драва (Даљ), Сава (Београд), Велика Морава (Смедерево) десне притоке.

Просечни протицај Дунава, по уласку у нашу земљу код Бездана, је $2.410 \text{ m}^3/\text{s}$, где је површина слива 210.250 km^2 , а специфични отицај $11,5 \text{ l/s/km}^2$. Низводно, са повећањем површине расте и протицај Дунава, па по изласку из наше земље у профилу В. Градиште, његов протицај је $5.550 \text{ m}^3/\text{s}$, са површином слива 570.375 km^2 и модулом отицања $8,28 \text{ l/s/km}^2$. После изградње "ХЕ Бердап", 1972. године, дунавске воде су значајно успорене и просто ујезерене, река је знатно шира и дубља, а пловидба се несметано одвија на целом његовом току.

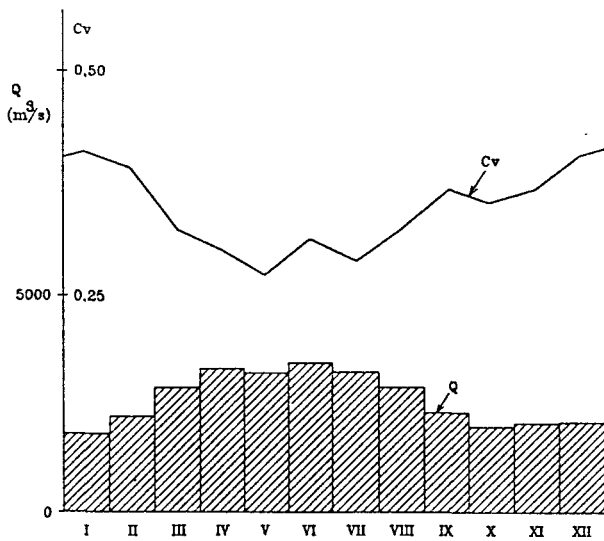
Тиса је највећа притока Дунава. Са дужином тока од 986 km и површином слива од 157.000 km^2 Тиса је једна од већих европских пловних река. Међутим, због географског положаја њеног слива, једна је од слабије издашних река. Иако у Дунав уноси просечно $785 \text{ m}^3/\text{s}$, скоро два пута мање него Сава, њен специфични отицај је само $5,53 \text{ l/s/km}^2$, што је сврстава међу реке са скоро најмањом издашношћу. У Републици Србији тече дужином 164 km, а у нашој земљи прима већу притоку Бегеј који извире у Румунији. На Тиси код Бечеја изграђена је брана са циљем да се побољша пловидба, јер су њене воде на овај начин успорене до 100 km узводно, али и за наводњавање жедних поља Баната.

Тамиш је лева притока Дунава ($F=8.085 \text{ km}^2$, $L=359 \text{ km}$), од чега је у Србији $F=2.837 \text{ km}^2$, $L=118 \text{ km}$, са $Q=48 \text{ m}^3$. Извире у Румунији на планини Семеник, на 1135 m а улива се код Панчева (67m).

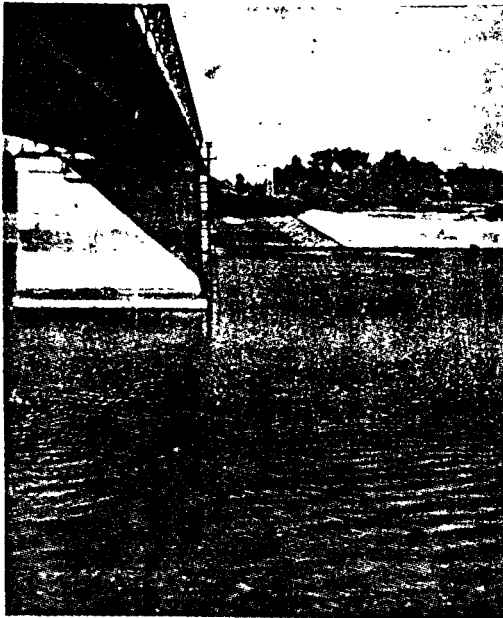
Сава је по протицају ($1.650 \text{ m}^3/\text{s}$) највећа притока Дунава. Дотиче из западног дела Балканског полуострва, где су падавине веће, рељеф израженији, а одводњава динарски планински систем са доста појава краса. Просечна издашност њеног слива (95.551 km^2) је $17,3 \text{ l/s/km}^2$. Сава је дуга 945 km, од чега је око 205 km у Републици Србији, у којој прима њену највећу притоку Дрину и већи број мањих, које долазе са десне стране, међу којима је позната Колубара [1]. Најмањи протицај на Сави спушта се до $200 \text{ m}^3/\text{s}$, а највећи иде преко $6.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Највећа отицања на Сави су у пролеће, а најмања у лето и јесен.



Ск. 1. - Хидрографска карта Србије
 Hydrographic map of Serbia



Ск. 2. -Месечни протицаји са коефицијентима варијације (Cv)
на Дунаву у Бездану (1931-1980. године)
*Monthly discharges with variation coefficients (Cv) on
the Danube river at Bezdan (1931-1980)*

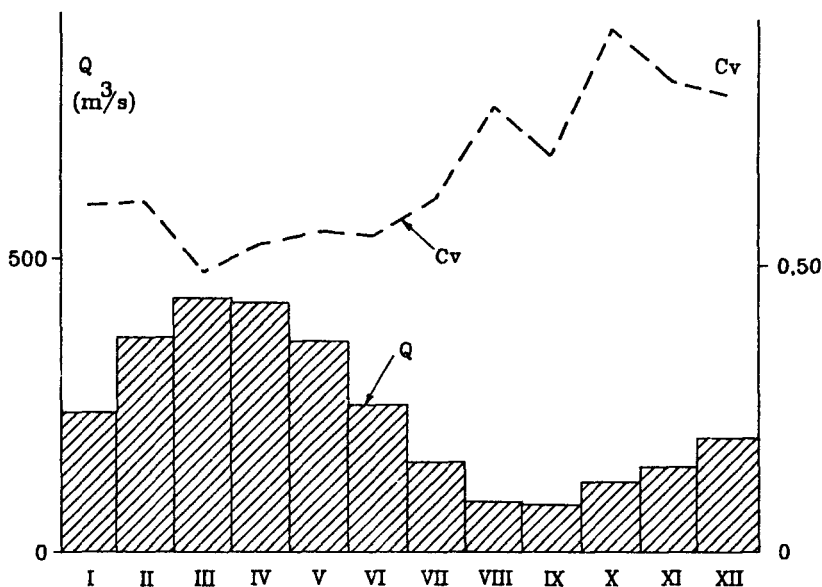


Сл. 1. - Тиса испод моста у Сенти
The Tisza under the bridge in Senta

Дрина је највећа притока Саве (19.570 km^2) и река са обиљем крашких појава и извора па је са великом издашношћу ($20,4 \text{ l/s/km}^2$). Дрина уноси у Саву просечно око $395 \text{ m}^3/\text{s}$ воде, са највећим отицањем у пролеће (IV,V), а најмањим у августу и септембру. Дрина је дуга 346 km и већим делом је гранична река између Србије и Босне и Херцеговине. Највећа јој је притока Лим, који се улива код Рудог.

Лим је већа транзитна река Србије, јер дотиче из Црне Горе, а извире у Проклетијама у НР Албанији; мањим доњим током тече кроз Босну. Дужина реке у Србији је 66 km са површином слива 3.063 km^2 (53%) у односу на укупну од 5.784 km^2 . Просечан протицај реке у профилу Пријепоље (3.160 km^2) је $81,1 \text{ m}^3/\text{s}$ са $q=25,7 \text{ l/s/km}^2$. Највећа притока Лима је Увац са $F=1.334 \text{ km}^2$.

Колубара је мања притока Саве у коју се улива код Обреновца ($L=86,0 \text{ km}$, $F=3.641 \text{ km}^2$). Река је са мањим протицајем ($23,3 \text{ m}^3/\text{s}$) и малом издашношћу ($6,50 \text{ l/s/km}^2$).



Ск. 3. - Кретање протицаја (Q) и коефицијената варијације (Cv) на Великој Морави код Љубичевског моста (1931-1980. године)
 Fig. 3. Discharge variations and coefficients (Cv) on the Velika Morava river at Ljubičevski bridge (1931-1980)

Велика Морава је највећа домаћа српска река ($F=37.444 \text{ km}^2$, $L=180 \text{ km}$). Њен слив је развијен у централном делу Републике. Река је са највише водопривредних проблема. Велику Мораву образују Јужна и Западна Морава код Сталаћа; у Дунав се улива код Смедерева. Велика Морава одводњава централне делове српско-македонске планинске зоне, а својим мањим делом залази у Динарску планинску зону на западу и Карпатско-балканске планине на истоку. Средња надморска висина слива је 622 m . Просечни годишњи протицај реке је $257 \text{ m}^3/\text{s}$, са $q=6,90 \text{ l/s/km}^2$. Највећа отицања су у пролеће (III, IV), а најмања у лето и јесен.

Западна Морава је лева саставница В. Мораве. Постаје од Моравице и Бетине у Пожешком пољу, одакле тече ка истоку дужином тока од 220 km . Њен слив захвата 15.850 km^2 површине и углавном је брдско-планинског карактера са средње надморском висином слива 693 m . Просечни протицај реке је $128 \text{ m}^3/\text{s}$ са $q=8,08 \text{ l/s/km}^2$. З. Морава прима више већих притока, међу којима су бројније и водније десне од левих, нпр. Моравицу ($L=98,1 \text{ km}$, $F=1.486 \text{ km}^2$, $Q=20,3 \text{ m}^3/\text{s}$, Бетињу ($L=75,4 \text{ km}$, $F=1.208 \text{ km}^2$, $Q=11,8 \text{ m}^3/\text{s}$), Ибар као највећу ($F=8.060 \text{ km}^2$), и два пута воднију од З. Мораве пре њеног ушћа ($Q=68,1 \text{ m}^3/\text{s}$), затим је позната Расину са $F=981 \text{ km}^2$ и $Q=8,50 \text{ m}^3/\text{s}$ [10].



Сл. 2. - Ибар код Матарушке Бање
Fig. 2. Ibar at Mataruška Spa

Јужна Морава ($L=15,470 \text{ km}$, $F=15.470 \text{ km}^2$) постаје од Биначке Мораве и Моравице (Прешевске) код Бујановца. Тече од југа ка северу и протицај јој се мења у зависности од распореда притока. Водност јој се нагло повећава после ушћа Нишаве ($F=4.068 \text{ km}^2$, $Q=32,5 \text{ m}^3/\text{s}$), мада веће количине воде у њу уносе

још Топлица ($F=2.217 \text{ km}^2$, $Q=14,5 \text{ m}^3/\text{s}$), Власина, Ветерница, Јабланица, Пуста река и Моравица (Алексиначка). Протицај Јужне Мораве је $Q=112 \text{ m}^3/\text{s}$ а специфична издашност $7,23 \text{ l/s/km}^2$.

Велики Тимок је река источне Србије и последња значајна притока Дунава у нашој земљи ($L=80 \text{ km}$, $F=4.615 \text{ km}^2$). Постаје од Белог и Црног Тимока у Зајечеру, а Бели Тимок од Сврљишког и Трговишког Тимока у Књажевцу. Црни Тимок извире у Кривом Виру из јаког крашког врела. Протицај Великог Тимока је $30,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $q=6,60 \text{ l/s/km}^2$, од чега Белом Тимоку ($L=46 \text{ km}$, $F=2.185 \text{ km}^2$) припада $14,4 \text{ m}^3/\text{s}$ а Црном Тимоку ($L=82,5 \text{ km}$, $F=1.268 \text{ km}^2$) $13,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Бели Дрим је већа река Србије који отиче у Јадранско море. Његов слив је развијен у метоксијској котлини са својим притокама залази у високо-планинске зоне Проклетија и Шарпланине, чији су врхови изнад 2.000 m . Површина слива на граници је 4.360 km^2 , а протицај $60,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Познате притоке ове реке су Пећка, Дечанска и Призренска Бистрица, Ереник, Топлуга, Мируша и Клина.

Језера

За разлику од других суседних земаља, Србија нема већих природних језера, па она данас не чине већи потенцијал, чије би воде могле да се искористе у водопривредне сврхе. Од већих језера позната су Палићко, Лудошко, Обедска бара на северу, Власинско на југоистоку, чија је морфологија значајно измењена изградњом бране на језерској отоци Власини, затим Облачинско језеро код Прокупља и повремена крашка језера у источној и југозападној Србији. Међутим, у високо планинском делу Републике већи је број глацијалних језера, познатих у народу као "горске очи". Највише планинских језера је на југу Србије; на Шар-планини их је око 12, а на Проклетијама око пет. Најпознатија језера на Шари су Јажиначко, Ливадичко, Шутманско, на Проклетијама Велико и Мало Беревачко језеро, а на Мокрој Гори Савине воде [8].

За разлику од природних, у републици је неупоредиво више *вештачких језера*, која су изграђена у послератном периоду и углавном служе за производњу електричне енергије, за водоснабдевање насеља и индустрије, за наводњавање, за узгој риба (рибњаџи), за рекреацију као и одбрану од поплава.

Највеће и најпознатије је *Берданско* језеро које у зависности од коте успоравања, може бити дуго до 265 km , са површи-

ном која се креће од 170-253 km². Намењено је за производњу електричне енергије и за несметано одвијање пловидбе у Бердапу, која је пре његове изградње била јако отежана. У сливу Дрине познато је неколико већих језера, намењених за производњу електричне енергије, као што су *Перућачко* на Дрини код Бајине Баште са L=50 km, F= 12,4 km² са производњом снаге од 358 MW, низводно је *Зворничко језеро*, док је *Потпећ* на Лиму, а *Златарско*, *Радоињско* и *Сјеничко* на Увцу. Овчарско и Међувршје



Сл. 3. - Акумулација *Перућачко језеро* на Дрини код *Бајине Баште* (фото. М. Оцокољић)
Perusac storage at Bajina Basta on the Drina river
(photo taken by M. Ocokoljic)

су у западној Србији (З. Морава), *Грошничко* и *Гружа* у Шумадији, *Борско језеро* у источној Србији, *Гелије* на Расини, *Бован* на Моравици, *Завој* на Височици, *Барје* на Ветерници. На Космету су *Батлавско*, *Грачаничко*, *Раденичко језеро* и велики број других мањих језера, различите водопривредне намене [9]. У перспективи се предвиђа изградња више других језера, а сада је већи број у изградњи, чији се завршетак очекује у најскорије време.

Извори

На простору Републике Србије заступљен је велики број извора који се најчешће јављају на контакту водопрпусних и непрпусних слојева, а многобројна су и крашка врела. Најбројнији извори су у планинама, а њихов број расте са порастом надморске висине. Многа изворишта река су везана за крашке изворе, па је режим малих вода у тесној вези са издашношћу извора, која може бити од једног до више литара у минути. Извори су одувек имали велики водопривредни значај, јер служе за водоснабдевање сеоских насеља, а понекад и градова. Данас је већина њих каптирана, а вода се по неколико десетина километара одводи до потрошача. На неким крашким изворима планирају се фабрике за производњу флаширане воде, која би се користила за пиће у градовима где ње нема довољно.

У Србији је велики број минералних и термоминералних извора, по чему Република предњачи у Европи. Већина ових извора има лековито својство, па се употребљавају у лечилишне сврхе. Познато је више бања, чије су воде топле и лековите, а уосталом, Србија је позната као земља са јако развијеним бањским туризмом.

Подземне воде

Значајан водни потенцијал Србије чине подземне воде, чији је режим у тесној вези са изворима и рекама. Подземне воде хране реке у време сушних периода, тако да већина њих не пресуши, а скоро 30-40% речног протицаја је порекла из издани. Човек их је одувек користио за водоснабдевање (копани бунари), али у новије време и за друге сврхе, нпр. за наводњавање. Подземне воде се данас више исцрпљују него обнављају, па се намеће потреба њиховог даљег очувања, не само водених количина, него и квалитета, јер се загађују. Стога их је држава ставила под заштиту као посебну минералну сировину. Највеће резерве подземних вода су у равницама и алувијалним равнима, где су оне због мале енергије рељефа слабо покретне и често минерализоване. Подземне воде се јављају у више слојева (I, II, III издан), а често су под притиском геолошких водонепрпусних слојева (артеска издан).

РЕЖИМ ВОДА

На режим вода Србије утиче више физичко-географских фактора, међу којима клима има највећи значај. Подручје Републике је под утицајем континенталне климе, а крајњи југозападни делови (Метохија) су са нешто измењеном медитеранском климом. Већина водотока има највеће протицаје крајем зиме или у пролеће (Таб. 1), а најмање у лето или у јесен. Највеће реке у Србији (Дунав, Тиса, Сава) имају мешовити (комбиновани) режим, а већина других река, у зависности од пложаја и изражености рељефа, је са нивално-плувијалним, односно плувијално-нивалним режимом, док су мање реке у централној Србији више са плувијалним режимом [1].

Таб. 1 - Средње месечни и годишњи протицаји на рекама у Србији (m³/s), [10]

Table 1. Mean monthly and yearly discharge in the rivers in Serbia (cu.m./s)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Река: Дунав, профил: Бездан, F=210.250 km ²												
1780	2100	2590	3015	3010	3180	3040	2590	2035	1780	1870	1925	2410 ^x
Река: Дунав, профил: В. Градиште, F=570.375 km ²												
4940	5620	6930	8090	7430	6570	5600	4420	3700	3650	4485	5180	5550 ^x
Река: Тиса, профил: Сента, F=141.715 km ²												
613	743	1180	1420	1200	920	736	508	425	410	600	667	785 ^x
Река: Сава, профил: Сремска Митровица, F=87.996 km ²												
1760	1837	2180	2420	2125	1490	1005	676	700	1115	1765	1920	1580 ^x
Река: Дрина, профил: Бајина Башта, F=14.797 km ²												
350	358	461	602	594	345	193	120	130	239	414	435	354 ^x
Река: Лим, профил: Пријепоље, F=3.160 km ²												
74,7	81,4	103	142	151	86,1	43,9	24,8	28,4	53,5	89,1	95,6	81,1 ^x
Река: Колубара, профил: Дражевац, F=3.588 km ²												
26,3	43,6	47,5	36,1	38,2	21,7	11,8	10,4	5,1	6,9	12,7	19,5	23,3 ⁺
Река: В. Морава, профил: Љубичевски мост, F=37.320 km ²												
262	396	432	449	398	267	162	105	94,4	124	172	235	257 ⁺
Река: Западна Морава, профил: Јасика, F=14.721 km ²												
117	171	186	184	178	111	71,0	48,2	46,8	61,1	88,3	111	114 ⁺
Река: Јужна Морава, профил: Мојсиње, F=15.390 km ²												
108	166	193	192	157	99,4	53,4	30,7	31,7	42,3	61,7	93,1	102 ⁺
Река: Ибар, профил: Лопатница Лакат, F=7.818 km ²												
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 ⁺
Река: Нишава, профил: Ниш, F=3.974 km ²												
33,5	49,2	67,9	64,8	54,7	37,8	21,1	12,4	12,0	15,1	19,9	29,2	34,0 ⁺
Река: Велики Тимок, профил: Тамнич, F=4.191 km ²												
26,4	49,8	75,9	67,3	47,9	27,7	10,5	5,6	5,7	9,3	15,6	21,0	30,2 ⁺
Река: Бели Дрим, профил: Врбница, F=4.247 km ²												
73,4	89,0	83,0	86,0	91,8	50,7	23,6	11,4	21,8	36,5	63,0	80,0	59,2 ⁺

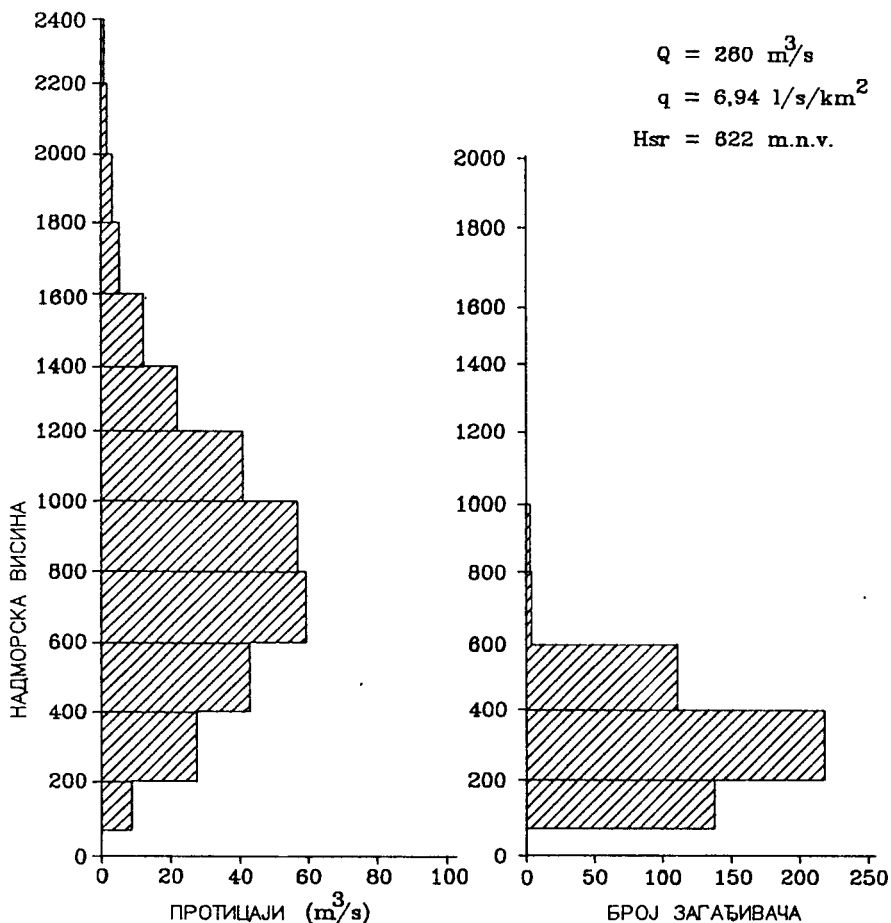
^x период 1926-1985, ⁺ 1951-1985.

Просторни распоред вода Републике је неповољан, и ако кроз њу протичу велике међународне реке. Највећи део падавина испарава, јер је њихова количина највећа у летњој половини године, што је општа карактеристика континенталне климе. Централна Србија у целини има отицање од $7,68 \text{ l/s/km}^2$, што је далеко ниже од река које дотичу из западног дела Балканског полуострва (Сава, Дрина, Лим), које имају издашност већу од $18,8 \text{ l/s/km}^2$. С друге стране, Шумадија, јужна Србија, косовска котлина су области са најмањом издашношћу, која је мања од $5,0 \text{ l/s/km}^2$, што је 40% територије централне Србије. Иначе, Србија има специфичну издашност од $6,74 \text{ l/s/km}^2$, Војводина $2,79 \text{ l/s/km}^2$, а Косово и Метојија $9,74 \text{ l/s/km}^2$. Највише протицаја формирају ефективне падавине од 700-800 mm, које заузимају само 0,25% простора Републике.

ВИСИНСКИ РАСПОРЕД ВОДА

Између највише тачке у рељефу Републике - врха Беравице (2.650 m) на Проклетијама и најниже - алувијалне равни Великог Тимока код ушћа у Дунав (40 m), најраспрострањеније површине су на висинама од 40-200 m (32.817 km^2), или 37,1%, а најмање их је изнад 1.000 m (9.586 km^2). Најиздашније области Републике су планинске регије, обично изнад 500 m н. в., где су падавине веће, а испаравање мање, и одакле потичу многобројне планинске реке, које се по силаску у равницу сједињују са другим рекама, образујући при томе највеће водотоке Србије (В. Мораву, Јужну и Западну Мораву, Нишаву, Велики Тимок, Колубару, Ибар). Око 60-90% вода већих река, које су јужно од Саве и Дунава, су планинског порекла, са издашношћу која је већа од $15,0 \text{ l/s/km}^2$ [6].

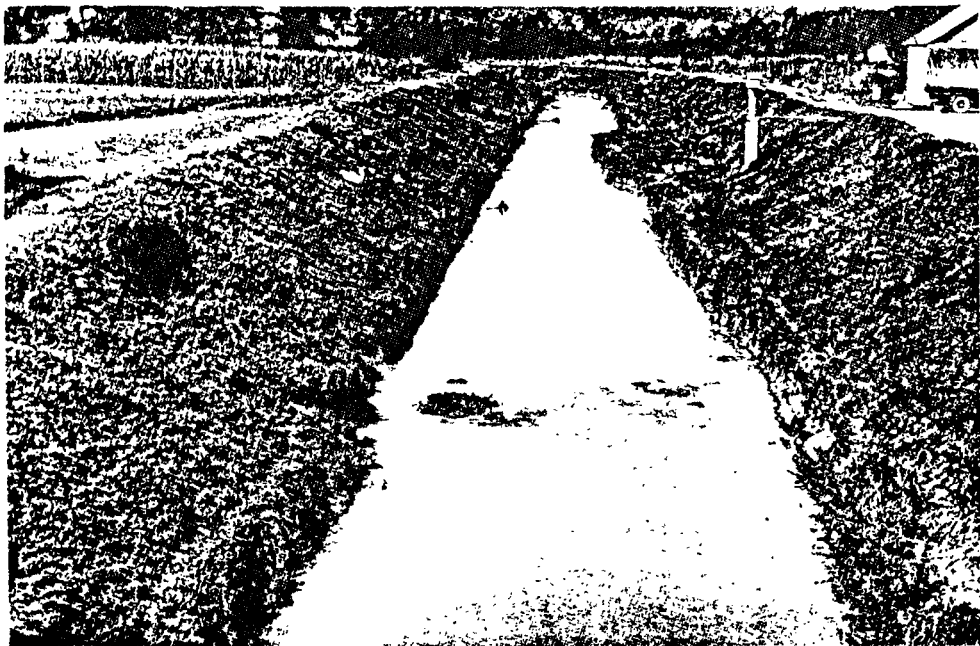
У сливу највеће домаће сръске реке Велике Мораве, највише протицаја дају површине на висинама од 600-1000 m (42,1%), иако је слив најпространији на висинама од 200-600 m, где је 41,8% укупне површине слива (37.444 km^2). Сливови Нишаве и Ибра који су изразито планински, су са најбогатијим извориштима здраве и пијаће воде. У сливу Нишаве, изнад 500 m н.в. је $30,0 \text{ m}^3/\text{s}$ или 88% њених укупних вода ($34,2 \text{ m}^3/\text{s}$, а на Ибру, који је са средњом надморском висином слива од 838 m, од укупног протицаја ($68,1 \text{ m}^3/\text{s}$), делови слива изнад 500 m уносе у Ибар $63,6 \text{ m}^3/\text{s}$, а испод 500 m само $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$. У Јужно-моравском сливу, највише протицаја дају површине на висинама од 800-1000 m, око 25% вода Јужне Мораве, затим од 600-800 m (21%) и 400-600 (16%), док површине у сливу Западне Мораве имају највише воде изнад средње надморске висине слива



Ск. 4. - Висински распоред вода и загађивача
 у сливу Велике Мораве
*Distribution of waters and contaminants (at different
 altitudes) in the Velika Morava River watershed.*

($H_{sr}=696 \text{ m}$), где је $Q=85,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (66,4%), а висинске зоне испод ове висине, које се простиру на око 50% површине слива, су са протицајем од $43,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (33,6%). У сливу Колубаре, планински рељеф учествује у формирању њеног протицаја са 26%, Великог Тимока 54%, Белог Дрима 67% и слива Ситнице 75%. Према томе, планински региони располажу са значајнијим резервама пијаће воде, чији потенцијал може да буде искоришћен у даљем привредном развоју Републике. У односу на загађиваче, којих практично нема изнад 500 m н.в. планинске воде су у I класи речних вода, а чим уђу у ниже зоне, оне постепено прелчазе у II, III, IV класу. Ову околност треба користити у даљем водоснабдевању насеља и индустрије у нижим пределима, где су

потребе за водом за сада највеће. Акумулисање воде у вишим пределима има већу предност, јер су сва досадашња искуства показала, да се мале акумулације изграђене у нижим пределима брзо засипају, еутрофизирају и загађују.



Сл. 4. - Река Тамнава у Коцелјеви код лимниграфске кућице
(фото. М. Оцокољић, 8. 8. 1991)

Fig. 4. The Tamnava river at Koceljeva near the limnigraphic cabin (photo taken by M. Ocokoljic, 8.8. 1991)

АУТОХТОНЕ И ТРАНЗИТНЕ ВОДЕ

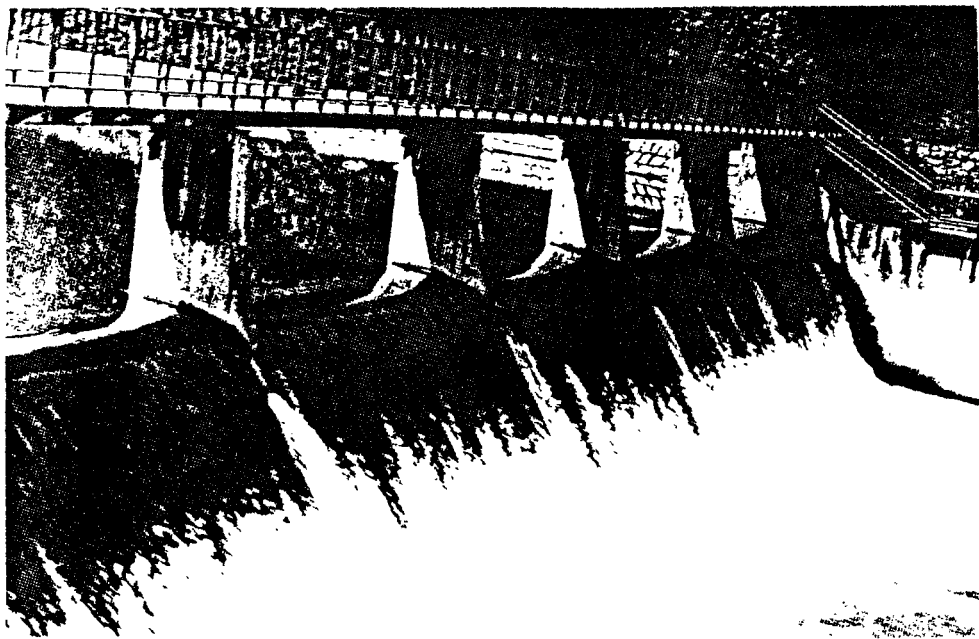
За разлику од аутохтоних (домицилних) вода, које постају од падавина које се излуче на њену сопствену територију, Републиком протичу алохтоне (транзитне) воде, које постају у другим административно-политичким јединицама. Тако нпр., из Мађарске Дунавом дотиче $2.410 \text{ m}^3/\text{s}$, Тисом $785 \text{ m}^3/\text{s}$, из Румуније $82,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Тамиш, Моравица, Бегеј), док Драва из Хрватске у Дунав уноси $553 \text{ m}^3/\text{s}$, Сава (Хрватска, БиХ) $1.580 \text{ m}^3/\text{s}$, из Бугарске дотичу Нишава, Височица, Габерска, Јерма са протицајем од $7,60 \text{ m}^3/\text{s}$, а Рожајски Ибар из Црне Горе уноси $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$, што укупно чини $5.467 \text{ m}^3/\text{s}$ [4]. Однос транзитних (алохтоних) и аутохтоних вода ($596 \text{ m}^3/\text{s}$) је 1:9,16 тј. воде које постају унутар њене тери-

торије чине само око 11% транзитних вода, што је јако неповољно. Може се рећи да Србија, уопште узев, са обе Покрајине, живи на рачун "туђих" вода, дакле вода које дотичу иу других република или држава.

Сумирањем транзитних вода ($5.462 \text{ m}^3/\text{s}$) и аутохтоних ($596 \text{ m}^3/\text{s}$), укупне воде Србије су око $6.060 \text{ m}^3/\text{s}$, са специфичним отицајем од $6,85 \text{ l/s/km}^2$.

Хидроенергетски потенцијал

Према Водопривредној основи Србије из 1987. године, укупно срачунати бруто хидроенергетски потенцијал у Србији (ван Покрајина) износи око 20.000 GWh (гига вати часова) годишње. Ако се искључи потенцијал Дунава који је практично искоришћен (ХЕ Бердап I и II) и Саве чији је потенцијал у Републици мали, остале реке у Србији располажу са око 12.800 GWh [3], од чега на Дрину и Лим са Увцем дође 5.500 GWh/годишње, а сви остали водотоци имају хидроенергетску снагу од 7.300 GWh. Као што се види, просторни распоред хидро-потијала у Србији ван Покрајина је неповољан, сконцентрисан је у



Сл. 5. - Водозахват на планинској реци Градцу код Ваљева
(фото. М. Оцокољић)

*Water intake structure on the Gradac /highland/ river
at Valjevo (photo taken by M. Ocokoljic).*

њеним северним и западним границама, делимично у источној Србији, док је централни део Републике веома оскудан са оним водотоцима, чија би снага могла да буде искоришћена за производњу економске електричне енергије.

Водни потенцијал В. Мораве са свим њеним притокама је са 6.250 GWh, или око 30% од укупног за централну Србију, док највећи специфични потенцијал има Дрина са Лимом и Увцем, који је већи од свих других река централне Србије,

Водотоци, Колубара, Млава, Пек и В. Тимок имају укупну енергију од око 1.100 GWh, односно само 5% потенцијала централне Србије. На овим рекама, мањи хидроенергетски објекти могли би да се изграде у горњим токовима река, нпр. у сливу Колубаре узводно ов Ваљева (Градац, Јабланица, Обница), у сливу Тимока на његовим притокама, Трговишком, Сврљишком, Црном Тимоку, где су, поред хидролошких, веома повољни морфолошки услови. Планински рељеф Србије обилује мањим водотоцима, чији је режим веома повољан, па би се изградњом малих акумулација могла производити вршна електрична енергија, јер ови водотоци имају високи отицај и у летњем (сушњијем) периоду.

Данас је укупно искоришћени хидроенергетски потенцијал око 50% од расположивог за централну Србију, а изграђене или хидроелектране у изградњи учествују у укупној производњи електричне енергије са око 38% капацитета [3, 91].

Према истраживањима водних снага у 1987. години и раније, искористивост вода је таква да изграђене и хидроелектране у изградњи могу да произведу 10.093 GWh, што заједно са проучаваним капацитетима у оквиру Водопривредне основе Србије (4.420 GWh) чини укупно 14.513 GWh. То је у односу на природни потенцијал у хидроелектрзнама већим од 10 MW, око 72,5%.

У централној Србији у послератном периоду изграђено је више хидроелектрана акумулационог типа са производњом која се креће ад 32,5 до 5.310 GWh; на Дрини су ХЕ Бајина Башта (1.691 GWh), Зворник (515 GWh), Увац, Кокин Брод и Бистрица са производњом од 32, 60, 370 GWh, на реци Лиму ХЕ Потпећ са 201 GWh, на Западној Морави Овчар Бања и Међувршје са укупном производњом од 73,2 GWh. У источној Србији су искоришћене воде Дунава (Бердап I) који производи 5.310 GWh и Бердап II са 1.332 GWh, затим воде Височице (Завој) која је капацитета 122 GWh, а у оквиру Власинског језера, изграђене су степеничасте бране на реци Врли, где су ХЕ Врла I-IV, са укупном производњом од 347 GWh. На Косову и Метохији, хидроенергетски потенцијал река је слабо искоришћен, већина изграђених акумулација намењена је за водоснабдевање насеља и индустрије или наводњавање, а веома мали за производњу електричне енергије.

До сада је у Космету изграђено око 40 мањих акумулација различите намене, а већа производња електричне енергије се остварује на Рожајском Ибру, на којем је акумулација "Газиводско језеро" запремине $370 \times 10^6 \text{ m}^3$ са хидроцентралом јачине 34 MW. Мање хидроелектране су на Дечанској Бистрици и Призренској Бистрици, намењене за локалне потребе.

Вода, човек и њено штетно деловање

Штетно дејство вода у данашњим условима манифестује се на више начина. Велике воде остављају последице, јер се врло често изливају из корита и плаве околна поља и равнице, а у урбаним срединама насеља, инфраструктуру и индустрију. Мале воде испољавају своје штетно дејство енормним малим количинама, које нису довољне да удовоље све потребе водокорисника, а велики број водотокова пресушује или је на граници пресушивања. С друге стране, мале воде се јављају у летњем периоду, када су потребе за водом највеће. Временски су ограничене са трајањем од једног до три месеца, и у директној су зависности од дужине безкишног периода, залиха подземних вода, климатских и других физичко-географских карактеристика слива. Међутим, негативно дејство средњих (просечних) вода, о којима је овде више реч, уопште говорећи, може да се окарактерише њиховом недовољном количином у односу на потребе, са дужим временским трајањем и проширен је на већи део Републике, што је донекле супротно у односу на штетно деловање малих и великих вода, које је тренутно, временски и просторно ограничено. нпр. норма отицања региона Шумадије од само $23,0 \text{ m}^3/\text{s}$ годишње не може бити гарант да задовољи све потребе корисника у води овог развијенијег дела Републике. Даља експанзија привредног развоја Шумадије и Поморавља зависиће од будућих водопривредних решења и захвата (довођење воде из других водом богатијих реона). То исто важи за јужну Србију, Косовско Поморавље, Косовску котлину и Колубару, које значајно оскудевају у води, јер су то најсушније области у Републици, где су падавине мање, а испаравање велико. У новије време, наметнут је проблем неповољног односа између човека и воде, јер густина насељености није у складу са размештајем водних ресурса, којих је највише у привредно неразвијеном делу Републике. Уз то, велики потрошачи воде у регионима где је ње најмање у значајној мери загађују воде, па се оне као такве у даљој употреби не могу користити.

Таб. 2. - Расположива количина воде по становнику у Србији
 Table 2. Available water quantity per capita in Serbia

Део Републике	F	%F	Qa	%Q	q	Gn	Uq	Gn/q	Nb
Цент. Србија	55.973	63,3	430	72,1	7,68	102	6,52	13,3	5.694.464
Војводина	21.506	24,4	60,0	10,0	2,79	95	2,55	34,0	2.034.772
Космет	10.882	12,3	106	17,8	9,74	146	5,78	15,0	1.584.440
УКУПНО	88.361	100,0	596	100,0	6,74	105	5,53	19,0	9.313.676

Напомена: Ознаке симбола: F-површина (km²), Qa-протицај-аутохтоне воде (m³/s), q-специфични отицај (l/s/km²), Gn-густина насељености (ст/km²), Uq-расположива количина воде по становнику (m³/дан/ст), Nb-број становника

У прегледној Таб. 2 је упоредни приказ издашности вода (специфичног отицаја) и густине насељености (Gn), према попису из 1981. године. Обе величине су изражене у истим јединицама, q у l/s/km², а Gn у броју становника на km²; међусобно су упоређени површине и протицај (домицилне воде), издашност (q), густина насељености (Gn), расположова количина воде по становнику (Uq), као и број становника за три целине Републике (централну, Војводину и Косово и Метохију). Запажају се веће разлике у односу човек-вода, што је условљено неједнаком густином насељености, која је највећа на Космету 146 ст/km², а најмања у Војводини 95 ст/km², па је расположива количина воде по становнику (Uq) најповољнија у централној Србији (6,52 m³/дан/ст, затим на Космету (5,78 m³/дан/ст.), а најмања у Војводини (2,55 m³/дан/ст.) Србија у целини, са 596 m³/дан/ст домицилних вода и са q=6,74 l/s/km² и Gn 105 ст/km² има Uq=5.53. Другим речима, када се израчуна однос Gn/q који показује колико становника може да рачуна на један литар воде у секунди са површине од једног km² у просечној години, онда су резултати најнеповољнији у Војводини, где на 34 становника дође један литар у секунди са једног km², у Космету је то 15 становника, а у ужој Србији 13. Гледано по регијама Републике, најмањи однос Gn/q је у Шумадији, јужној и источној Србији, а највећи у југозападној Србији (Сјеничко-пештерска висораван, Рашка, Голија, Златар). Међутим, када се у расположиве количине воде укључе транзитне воде, онда је највећи износ Uq у Војводини (утицај међународних река), а најмањи на Косову и Метохији, јер ова покрајина нема већих транзитних река. Када се сумирају транзитне и аутохтоне воде Србија, у целини узев, има Uq од приближно 100 m³/дан/ст.

Насупрот регијама, у Републици је проучено Ц_q и за веће речне сливове, па нпр. В.Тимок има највеће Ц_q, скоро 12,5 m³/дан/ст., слив Нишаве 9,76, Топлице 9,02, док су Колубара и Веалика Морава са знатно мањим вредностима, на обе реке расположива количина воде по становнику је у пола мања (6,0-6,5 m³/дан/ст), [4].

Загађеност вода. - Данас је животна средина највише угрожена у нижим пределима, јер су те области најгушће насељене, са изграђеном индустријом чије се неповољно дејство највише одразило на воде, па су данас најзагађеније реке, језера, подземне воде, па чак и приобаља река. Мањи број водотока је ван класе, а већина их је у II, III и IV класи речних вода. Према испитивањима квалитета вода у 1990. години [7], Дунав је био између II и III, односно на појединим деоницама између III и IV класе, а Сава у III класи, Дрина између II и III, а Лим у II класи. Велика Морава, која протиче кроз највише насеља је дуж целог тока у III класи, а њене многобројне притоке су још и загађеније, најчешће су у III или IV, а неке и ван класе речних вода (Лугомир, Белица, Велики Луг).

Западна Морава је такође једна од загађенијих река, јер је загађују отпадне воде индустрије западне Србије, а после ушћа Ибра, више прима квалитетне и режимске карактеристике ове реке, али је река и под утицајем загађивача низводно од Краљева (Врњачка Бања, Трстеник, Крушевац). Од Пожеге до Чачка, З. Морава је у II и III класи, а низводно у III класи. Међутим, Јужна Морава је нешто загађенија од Западне Мораве. Она је најчешће између III и IV класе, а на неким деоницама у IV класи, док је Нишава више загађена у горњем току (III класа), него у доњем току (II класа). Велики Тимок је најзагађенија река у републици, скоро целе године је ван класе речних вода, што нарочито важи за део тока после ушћа Борске реке. Међуим, Бели и Црни Тимок су бољег квалитета, први је у II, а други између II и III класе.

Закључак

Водно богатство Србије чине реке, језера, извори и подземне воде. Најмногобројније су реке у којима су највеће резерве воде, а у средишњој Србији је 43 водотока са површином слива већом од 500 km², чији се протицај креће од 2,00 m³/s до 260 m³/s. Међутим, северним делом Републике протичу велике међународне реке са протицајем и до 5.600 m³/s (Дунав). У Републици су значајније резерве подземних вода, које имају велики водопривредни значај, јер се користе за водоснабвевање

и наводњавање, а присутни су многобројни извори и врела из којих се снабдевају сеоска насеља, док су у мањем обиму заступљена природна, а знатно више вештачка језера.

Режим вода под утицајем је више физичко-географских фактора па временски и просторни распоред вода није у складу са потребама човека. Највећи део вода протекне у зимској половини године, а неупоредиво мањи у вегетационом периоду, када су потребе за водом највеће. Већина водотока има највеће протицаје крајем зиме или у пролеће, а најмање у лето и јесен. Иако реке из Републике износе око $6.000 \text{ m}^3/\text{s}$ воде, ипак је њено подручје у целини сиромашно у води. Јер, од укупних вода, само је око $600 \text{ m}^3/\text{s}$ формирано у Републици. Зато њене области, Мачва, Посавина, Колубара, Шумадија, Јужна Србија и Косово оскудевају у води, а имају отицај који је у већини случајева мањи од $5,0 \text{ l/s/km}^2$. Међутим, за разлику од просторног распореда, висински распоред вода је повољнији, јер водно богатство Србије расте са надморском висином, што је са аспекта њиховог коришћења веома повољно, пошто се ради о простору који још није загађен.

Хидроенергетски потенцијал река Србије је велики, сигурно највећи међу другим земљама на Балканском полуострву. Укупно срачунати бруто потенцијал река у централној Србији је око $20.000 \text{ GWh/годишње}$. Највећи потенцијал имају Дунав, Дрина, Лим, Увац, па су на њима највећи хидроенергетски системи за производњу електроенергије.

Када се међусобно упореди размештај становништва са просторним распоредом вода, показатељи говоре да је расположива количина воде по становнику најповољнија на Космету, а најнеповољнија у Војводини, међутим када се у ове воде укључе транзитне, онда су ови односи супротни, најповољнији су у Војводини, а најнеповољнији на Космету.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дукић Д. (1977): *Воде Србије*, Посебна издања СГД, књ. 44, Београд
2. Дукић Д. (1982): *Воде и водопривредни проблеми СР Србије*, НИРО "Књижевне новине", Београд
3. РО Институт за водопривреду "Ј. Черни" и "Енергопроект" (1987): *Водопривредна основа СР Србије*, (нацрт), Београд
4. Оцокољић М. (1983): *Издашност вода СР Србије и примери њиховог штетног деловања*, СОАРЕН, Београд

5. **Оцокољић М.** (1987): *Висинско зонирање вода у сливу Велике Мораве*, Посебна издања СГД, књ. 64, Београд
6. **Оцокољић М.** (1991): *Водни потенцијали речних сливова планинских реија Србије*, Географски преглед бр. XXXV, Сарајево - Калиновик
7. **Републички хидрометеоролошки завод** (1991): *Резултати испитивања квалитета вода у СР Србији*, Београд
8. **Станковић С.** (1977): *Језера Југославије*, Мала библиотека СГД, Београд
9. **Станковић С.** (1975): *Туристичка валоризација вештачких језера СР Србије*, Посебна издања СГД, књ. 41, Београд
10. **Савезни хидрометеоролошки завод** (1951-1985): *Хидролошки годишњаци*, Београд

Summary

Miroslav Ocokoljić

HYDRO-POTENTIALS OF SERBIA

Water resources of Serbia consist of rivers, lakes, springs and ground water. The most numerous are rivers, containing the largest supplies of water; Central Serbia has 43 watercourses with river-basins whose surface surpasses 500 km² and whose discharge ranges from 2,00 m³/s to 260 m³/s. Through the north part of the Republic run international rivers with the discharge which reaches even 5600 m³/s (Danube). The Republic has significant supplies of ground water, which is a fact of great importance for waterworks, because ground water is being used for water supplying irrigation; there are also many sources and fountainheads from which village settlements are supplied, as well as lakes (the natural ones being scarce in comparison with the artificial).

The regime of waters is influenced by various phisico-geographical factors, so the time spatial distribution of waters doesn't suit human needs. The most significant quantity of water flows in the winter months and far less in the vegetation period, when the need for water is the most important. Most watercourses have the biggest discharges at the end of winter or in spring, and the smallest in summer and autumn. Though the rivers in the Republic have total flow of around 6000 m³/s, we could say that its territory as a whole is rather poor in water, because only 600 m³/s of water is formed in the Republic. That's why some regions - Mačva, Posavina, Kolubara, Šumadija, South Serbia and Kosovo - lack water and have a runoff lesser than 5,0 l/s/km² by the spatial unit. However, the altitude distribution is more favourable than the spatial, because the water resources of Serbia are growing significantly with the altitude, which is a very favorable fact from the aspect of their utilization, because those regions are still unpolluted.

Water power potential of the rivers in Serbia is great, certainly the most significant in the Balkans. The total bruto potential of rivers in Central Serbia is around 20.000 GWh a year. The greatest potential have the Danube, Drina, Lim, Uvac, and on these rivers the biggest hydroelectrical plants are built.

When we compare the distribution of population with the spatial distribution of water, we may conclude that the available quantity of water per capita is the most favourable in Kosmet, and the least favourable in Vojvodina; however, if we include transit waters in our calculation, we get the contrary result: the ratio is the most favourable in Vojvodina, and the least favourable in Kosmet.