

ДУШАН ДУКИЋ

## ПЕРСПЕКТИВЕ У КОРИШЋЕЊУ И ЗАШТИТИ ПОВРШИНСКИХ ВОДНИХ РЕСУРСА ЈУГОСЛАВИЈЕ

Све је очигледније да недостатак довољних количина квалитетне воде за потребе становништа и неких привредних грана постаје веома значајан фактор даљег економског развоја. Без пребацивања дела ибарских вода на Косово привреда Покрајине била би осуђена на стагнирање. Крагујевац се бори годинама да реши рационално снабдевање водом становништа и све развијеније индустрије. Многа туристичка места на нашем приморју у јеку сезоне немају потребне количине воде, каткад су славине сатима без воде, па домаћи и страни туристи избегавају таква насеља. Само ових неколико примера показују од коликог је привредног значаја за нашу земљу решавање проблема снабдевања водом становништа, индустрије, термоенергетике и пољопривреде.

### Перспективе у снабдевању водом

Полазећи од пораста броја становника Југославије и даљег развоја индустрије и термоенергетике могуће је дати прогнозу потрошње воде у нашој земљи по главним групама потрошача (таб. 1) и поузданије за краћи, а оријентационо за дужи период.

Таб. 1. — Снабдевање водом главних потрошача у Југославији између 1975. и 1985. године\*)

Главне групе потрошача воде	1975 (5)		1980. (5)		1985.	
	m <sup>3</sup> /s	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Становништво	33,07	1.042,95	37,47	1.181,79	42,76	1.348,40
Индустрија	104,97	3.310,21	165,70	5.225,64	230,08	7.255,99
Термоенергетика	113,25	3.571,45	171,44	5.406,53	271,13	8.550,43
Пољопривреда	28,85*)	532,22*)	—	—	130,08*)	2.400,00*)
Укупно:	280,13	8.456,83	374,62	11.813,96	674,05	19.554,73

\*) Потрошња воде у пољопривреди у вегетационом периоду

Сликовитије речено годишња потрошња воде у Југославији за прве три групе потрошача (из таб. 1) износила је 1975. године управо онолико воде, колико Велика Морава даје просечно Дунав, 1980. године исто толико колико Дрина уноси просечно у Саву, док ће 1985. године та маса воде одговарати просечном протицају Купе, Уне и Врбаса.

Оријентациона укупна потрошња воде у Југославији требало би да износи 1990. године  $740 \text{ м}^3/\text{сек}$  или 23.351,44 милиона  $\text{м}^3$  — што одговара просечном протицају Драве на ушћу у Дунав, а 1995. године  $980 \text{ м}^3/\text{сек}$ , односно 30.924,88 милиона  $\text{м}^3$  воде, тј. приближно просечном протицају Тисе на ушћу у Дунав!

Управо горње бројке о потрошњи воде у Југославији у предстојећих 15 година указују да се у искоришћавању водних ресурса не може ићи у недоглед. Постало је очигледно да је неопходна примена најсавременије технологије, која користи мање количине воде, а где је то могуће треба да се пређе на тзв. „суву технологију“<sup>1</sup>, односно где се може да примени и вишеструка рецикулација воде, укључујући и њено непрекидно кружење у процесу производње са незнатним додатком чисте воде (5-10% при једној рецикулацији). Тиме се постижу огромне уштеде у потрошњи воде, искључује утицање отпадних вода у реке, језера и канале, чиме се постиже њихова најефикаснија заштита од загађивања.

### Потрошња воде за потребе становништа

На основу анкете које смо извршили у 57 насеља у Југославији установљено је да се годишња потрошња воде за потребе становништа увећава између 4 и 16%. Из тога је проистекла потреба повећавања капацитета изворишта комуналних водовода. Тако је крајем 1980. године капацитет водовода у Сплиту достигао  $4.075 \text{ л/сек}$ , у Цриквеници  $500 \text{ л/сек}$ , у Ријечи  $5.035 \text{ л/сек}$ , Рижанског водовода  $1.550 \text{ л/сек}$  (1) итд.

Дневна потрошња воде у домаћинствима нагло се повећава (таб. 2), што је и разумљиво на све виши животни стандард како у градовима, тако и у селима. Тенденција је да комунални водоводи прерасту у регионалне, како би се обезбедила гарантовано чиста вода за потребе становништа.

Таб. 2 — Структура потрошње воде у домаћинствима градског и сеоског становништва у 1 /стан./ дан (10, 81)

1971.	1985.	2000.	2020. год.
Градско и приградско становништво			
150	210	240	260
Сеоско становништво			
60	110	135	195

1) За прераду тоне нафте било је потребно раније до  $35 \text{ м}^3$  воде, а сада се на новим рафинеријама нафте, али са измењеном технологијом, троши свега  $0,40-0,12 \text{ м}^3$  воде (12, 330), тј. 87,5—292 пута мање.

Највећи број водовода користи подземну воду, мањи изворску, а најмањи површинску воду — из река и природних и вештачких језера; само неколико водовода користе и подземну и површинску воду — међу овима је и Београд, који ће већ до 1985. године узимати из Саве око 2.000 л/сек воде, и обрађивати је на постројењима водовода на Белим Водама.

Коришћење воде бактериолошки неисправне изазвало је у Југославији многе хидричне епидемије. Према подацима проф. С. Рамзина у нашој земљи у периоду од 1964. до 1971. године боловало је од трбушног тифуса 13.296 лица, од паратифуса 9.974, од дизентерије 312.763 и заразне жутица 281.580 односно укупно 617.613 или годишње просечно 77.202 лица. Очигледно је да се пред технологију воде постављају нови проблеми, које она мора да реши, да би становништво у сваком тренутку имало потребне количине здраве и чисте пијаће воде. Највеће тешкоће биће у отклањању јона неких тешких метала, који су врло токсични, а појавили су се у траговима у извориштима неких водовода поред река са загађеном водом.

Да би се осигурале потребне количине квалитетне воде за потребе становништва у будућности у СР Србији, која иначе оскудева у доброј води, законом је заштићено 9.870 км<sup>2</sup> у десетак речних сливова планинско-брдских терена. То су тзв. „резервати вода“ у којима реке имају воду квалитета I класе — сасвим чисту, тако да се после дезинфекције може да користи за пиће. У сливовима таквих река (Студеница, Велики Рзав, Мали Рзав, Грабовачка река, Увац, Рашка до Градине, Млава узводно до Горњака, Црни Тимок узводно од Боговине, Темштица итд., (7,1) није дозвољено било какво загађивање воде, које би променило њихов природни квалитет. Сличне мере предузете су и у осталим републикама и покрајинама.

### Потрошња воде за потребе индустрије

Само мањи део индустрије, нарочито фармацеутска, део преградбене и делимично текстилна, мора да користи чисту и здраву воду, па је стога узима из комуналних водовода. У ове сврхе користи се око 5% од укупне количине воде искоришћене у индустрији (1).

Највећи део воде употребљене у индустрији користи се за хлађење: око 60% у 1970. а преко 70% у 1980. години. Највише воде за хлађење и друге потребе утроши се у термоелектранама, мада су оне велике и у црној металургији — 38,26 м<sup>3</sup>/сек у 1980. години (5, 57).

У блиској перспективи, у току следећих 5 година, потрошња воде у индустрији повећаће се за 72% — од 165,70 на 230,08 м<sup>3</sup>/сек. У процесу производње неповратно се губи 20-25% воде, која се надокнађује, док се остатак враћа у реке, канале и језера у виду отпадне индустријске воде — 124,6 м<sup>3</sup>/сек — са различитим примесима и ако се ове не уклоне, онда не само да загађују него и трују воду и сав живи свет у њој.

Поједине гране индустрије задовољавају се водом III класе, али је већини потребна вода II па чак и I класе. Међутим, иако је велики потрошач воде, индустрија не чини одговарајуће напоре да

штити воду. Општа је пракса у нас да узводнији потрошачи не брину много како ће њихове отпадне воде, које изливају у реке, утицати на низводније кориснике воде, укључујући у ове и комуналне водоводе. Решење овог проблема није само у изградњи уређаја за пречишћавање отпадних вода, него и у реализацији предлога изложеног у Закону о водама (6), чл. 171, став 3: „да се захватање воде врши низводно од места испуштања отпадних вода истог корисника“. Такав метод снабдевања индустрије водом показао је изврсне резултате у СР Чехословачкој и ДР Немачкој, а по неким подацима и у Јапану. Није нам познато да ли је и један индустријски корисник речне воде тако поступио у Југославији.

### Потрошња воде за потребе термоелектроенергије

Термоелектроенергија користи највеће количине воде, али је неупоредиво мање загађује од индустрије, нарочито хемијским супстанцама. Термоелектране враћају у реке и канале, као и у приобалски појас мора, око 80% употребљене воде. Она је знатно топлија од воде пријемника — зими чак и за 25-30°C, изазивајући тиме поремећаје у термичком режиму воде, који се затим испољава у смањењу количине раствореног кисеоника у води и нарушавању екосистема у водној средини.

Очигледно је да термоелектране могу да користе воду квалитета II класе — уз претходну седиментацију, смањивање тврдоће итд. Да би се у рекама (каналима и приобалском појасу мора) одржао исти квалитет воде, а њен термички режим остао у природном стању, термоелектране имају више решења: изградња кула за хлађење воде, формирање језера у напуштеним површинским коповима, у којима би се употребљена вода у термоелектранама хладила и поново користила уз минималну употребу нових количина воде — око 20% од садашњих коришћених вода.

С обзиром да нуклеарне електране, са чијом смо изградњом почели, користе до три пута више воде него класична термоелектрана исте снаге, неопходно је да се оне граде поред већих вештачких језера, укључујући и она у напуштеним површинским коповима, како би користиле језерску воду и у њима хладиле употребљену. Сава је изложена највећим поремећајима термичког режима воде од прегрејаних вода нуклеарне електране у Кршком и од термоелектрана на Сави код Обреновца: последње ће када се доврше имати укупну снагу од 6.000 MW и лети подизати температуру воде Саве до 32°C што је горња термичка граница опстанка рибе из породице *Surginidae* (шарана). Ако се овоме дода и чињеница да је Сава углавном водоток III класе квалитета речних вода и да ће свакако долазити и до пораста температуре воде у реци и преко 32°C, тек тада постаје јасно какве се све физичке, хемијске и биолошке промене могу догодити у Сави између Обреновца и Београда.

У 1985. години термоелектране ће употребити за своје потребе 8,55 км<sup>3</sup> воде, али ће од тога јаче бити загађено уљима, фенолима, киселинама и другим материјама само око 1% употребљене воде

или 85,5 милиона м<sup>3</sup>. За разблаживање толике количине отпадне воде биће потребно око 40 пута више чисте воде — бар II класе, односно 3,42 км<sup>3</sup> воде или око 108 м<sup>3</sup> сек. Ова чињеница показује да и термоелектране морају имати уређаје за пречишћавање својих најзагађењих вода.

Изградњом језера у напуштеним површинским коповима обезбеђујемо термоелектране потребним количинама воде, које ће после употребе да се кладе у самом језеру, чија је површина сразмерна инсталисаној снази термоелектране. Сем тога, таква језера, окружена шумским појасом и местимичним ширим просецима, доприносила би естетици пејсажа. Имали смо прилике да видимо у Немачкој Демократској Републици читав низ викенд кућица на обалама таквих језера, па она служе и у рекреационе сврхе.

### Потрошња воде за потребе пољопривреде

Наводњавање заостаје много иза могућности и потреба. Од 10,2 милиона ха обрадивог земљишта у Југославији могло би да се наводњава око 3,6 милиона ха и за то би нам било потребно око 14,4 км<sup>3</sup> воде или око 780 м<sup>3</sup>/сек у току седмемесечног трајања вегетационог периода. Ипак, за сада не видимо када ће се постићи наводњавање толике површине обрадивог земљишта, па отуда и потреба да обезбедимо толику количину воде.

Колико се у нас заостаје од могућности и потреба за наводњавањем види се на примеру Метохије и САП Војводине: у првој, која је око 4,5 пута територијално мања од друге, наводњава се око 51.000 ха, а у другој око 31.000 ха или, сразмерно територијама, 7,40 пута више у Метохији него у „најплоднијој житници Европе"! Управо овај пример показује колико су озбиљни задаци које треба рштити да би се 1985. године у Југославији наводњавало око 600.000 ха обрадивог земљишта (5, 67).

Полazeћи од просечне нормe наводњавања у нашим климатским условима — 4.000 м<sup>3</sup>/ха (за пиринач чак и до 15.000 м<sup>3</sup>/ха) — и за површину од 600.000 ха биће потребно у 1985. години током вегетационог периода око 130 м<sup>3</sup>/сек или укупно 2.400 милиона м<sup>3</sup> воде I и II класе квалитета речних вода, јер су у Југославији подземне воде без практичног значаја за наводњавање. Од толике количине воде утроши се на испаравање и транспирацију 60—70% или 1.440—1.680 милиона м<sup>3</sup> воде, док се остатак подземним отицањем враћа у реке. Таква вода садржи често нитрате и пестициде, који потичу са поља која се ђубре већим количинама азотног ђубрива, а пољопривредне културе штите од инсеката пестицидима.

Наводњавањем треба да се обухвати до 2000. године 1,5 милиона ха или преко 40% од површина погодних за наводњавање. У ову сврху биће потребно 6 км<sup>3</sup> воде или 303,6 м<sup>3</sup>/сек током вегетационог периода, али ће се од те количине подземним притицањем враћати у реке најмање 1,8 км<sup>3</sup> употребљене воде. Предвиђено је наводњавање не само низијског земљишта, него и крашких поља.

Очекује се довршавање свих хидромелиорационих система у СР Македонији, у сливу Мораве и у Посавини.

Не треба изгубити из вида ни могућност наводњавања отпадним водама из домаћинства оних површина на којима би се гајила сточна крма. Тиме се постиже двострука корист: прва, смањује се количина отпадних вода која би доспела у реке и канале и, друга, у таквим водама има минералних соли (азота, фосфора и других) у количинама довољним да замене вештачко гнојиво и повећају приносе од 60 до 100% у поређењу са оним површинама које се наводњавају чистом речном водом. Најзад, око 30% те искоришћене воде доспевало би подземним отицањем у реке и канале у пречишћеном стању и доприносило побољшању квалитета воде у пријемницима.

### Потрошња воде за потребе рибака

Све интензивније загађивање воде у нашим рекама и знатно смањивање инундационих површина из основа је погоршало услове за живот риба у природним водотоцима и већим каналима. Бар десетак пута годишње због ударних загађивања воде настају помори риба. Мртва риба пливи низ Босну, Спречу, Бегеј... На овај начин уништава се годишње око 1.000 тона рибе у укупној вредности од око 40 милиона динара (по ценама из 1980. год.).

Риболов у природним водотоцима је без будућности. У двадесетак мањих река, веома загађених, риба уопште нема. Због таквог стања наших водотока риболов са река пренет је на гајење риба у великим рибањацима. Има их у свим републикама и покрајинама, у планинама и низији. Укупна површина свих вештачких рибањака у Југославији износи преко 13.000 ха, а до 2000. године само у сливу Саве ова површина ће бити већа од 15.000 ха (8, 38). Годишњи приноси рибе достижу 1.300—1.500 кг/ха, а у неким рибањацима чак и преко 2.000 кг/ха. Највеће користи се постижу гајењем шарана. Због тога је планирано да се до 1990. године изграде нови шарански рибањаци укупне површине од 45.000 ха и са годишњом производњом од око 70.000 тона рибе (око 3,5 пута већа од садашње).

Сада се за потребе рибака користи годишње око 430 милиона м<sup>3</sup> воде или 13,6 м<sup>3</sup>/сек (5, 71). Крајем следеће деценије за свих 58.000 ха рибањака биће потребно око 1,92 км<sup>3</sup> воде годишње или 60,8 м<sup>3</sup>/сек и то воде I и II класе, које су по својим одликама погодне за гајење салмонида, односно ципринида.

### Хидроенергетика и вишенаменска вештачка језера

Познато је да Југославија располаже технички искористивим енергетским хидропотенцијалом од 64 милијарди kWh годишње, мада је на садашњој етапи привредног развитка Југославије економски оправдано коришћење око 50 милијарди kWh електричне енергије.

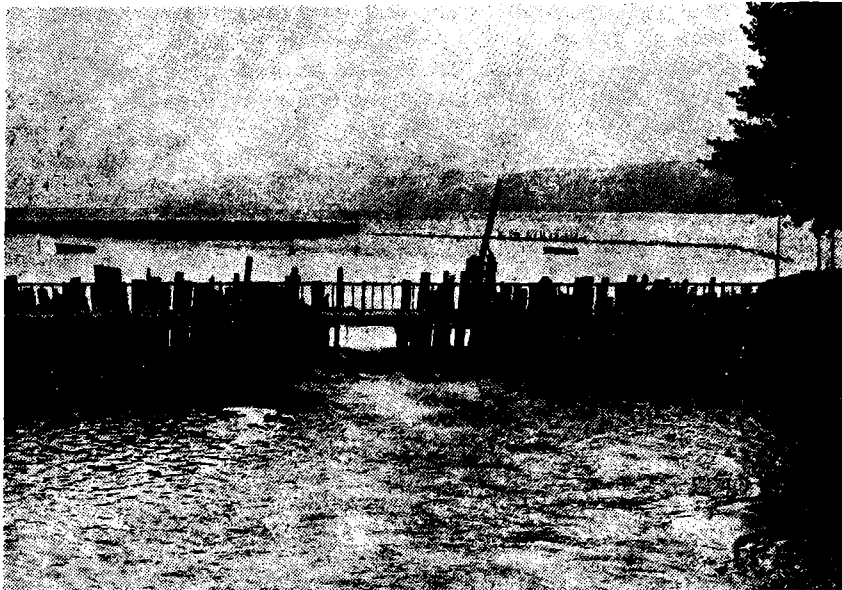
Постојеће хидроелектране (има их 77) располажу инсталисаном снагом од 5.539 MW и у просечно влажној години производе око 25 милијарди kWh електричне енергије. С обзиром на све већу

цену течних горива и стога све скупљу енергију предвиђа се да ће до 2000. године бити потпуно искоришћен сав економски оправдан хидропотенцијал од 50 милијарди kWh годишње производње.

Равномерна производња електричне енергије у хидроелектранама постиже се акумулацијом већих количина искористиве воде у великим вештачким језерима. У Југославији их има 10 са површинама већим од 10 км<sup>2</sup> (Бердапско — 253 км<sup>2</sup>, Бушко — 55,8 км<sup>2</sup>, Билећко — 33 км<sup>2</sup>, Модрац — 17 км<sup>2</sup>, Јабланичко — 14 км<sup>2</sup> итд.).

До 2000. године требало би да буде само у сливу Саве 39 акумулација са укупном корисном запремином од 8,395 км<sup>3</sup> воде, док ће 61 хидроелектрана производити годишње 13,439 милијарди kWh електричне енергије (8, 29). Највећа акумулација биће Дубравица на Дрини — површина 74 км<sup>2</sup>, корисна запремина 1,378 км<sup>3</sup> воде, 924 милиона kWh годишње (8, таб. 30 и 31).

Пројектом „Регулација и уређење слива Мораве” предвиђена је изградња укупно 106 вештачких језера са корисном запремином од 3,20 км<sup>3</sup> (39,77% од укупне масе коју Велика Морава унесе у Дунав у току године). Међу будућим акумулацијама величином запремине истичу се (милиони м<sup>3</sup> воде): Роге на Великом Рзаву (162,5), Завој на Височици (156,0), Горњак на Млави (155,0), Власотинце на Власини (129,6) и друге (9).



Сл. 1. Брана на излазу Црног Дрима из Охридског језера

У СР Македонији је већ двадесетак значајнијих акумулација — највећа је Мавровско језеро (274,5 милиона м<sup>3</sup> воде корисне запремине). Ради повећања хидроенергетског потенцијала Црног Дрима користи се и површина Охридског језера као акумулација: ручним постављањем дрвених греда у гвоздени рам на излазу Црног

Дрима из Охридског језера (сл. 1) издиже се његов ниво за 20—40 см и тиме повећава његова запремина за 70—139 милиона м<sup>3</sup> воде, која се испушта када треба појачати рад ХЕ Глобочица, а затим и ХЕ Шпиље.

У просечно влажној години све хидроелектране у Југославији употребе за производњу електричне енергије 210,969 км<sup>3</sup> воде — од тога 119,282 км<sup>3</sup> транзитних и 91,687 км<sup>3</sup> домицилних вода. Ипак, у време поводања део ових вода се пропушта низ преливне бране, па се тиме губи у производњи електричне енергије, али се добија у заштити земљишта од поплава низводно од бране.

Сва велика вештачка језера, која се користе за потребе хидроенергетике, намењена су за вишенаменску употребу. Тако се на пр. за водоснабдевање становништва и индустрије користе воде језера Перуће, а Модрац још и за наводњавање, док се његова велика површина употребљава за прихватање поплавних таласа; воде језера Билећког, Мавровског, Тиквешког и неких других осим за хидроенергетику користе се за наводњавање, а за пловидбу Бердапско. Сва вештачка језера, укључујући и мала (запремине мање од 1 милиона м<sup>3</sup> воде), порибљена су, па отуда имају и туристичко-рекреациони значај.

У свим вештачким језерима у Југославији акумулирано је око 9 км<sup>3</sup> воде. То су такође значајни водни ресурси, који се, како је речено, користе у различите сврхе. Треба истаћи и чињеницу да празан простор у акумулацијама, у периоду пораста водостаја и повећања протицаја (у нас најчешће од марта до маја), примајући велике масе воде смањује протицаје низводно од брана и тиме олакшава одбрану од поплава. Примера ради наведимо да ће у будућој акумулацији Бања Лука на Врбасу бити увек резервисано најмање 200 милиона м<sup>3</sup> простора, а у акумулацији Дубравице на Дрини чак 325 милиона м<sup>3</sup> ради прихватања поплавних таласа (8, таб. 30). То ће свести на минимум поплаве у Посавини.

### Побољшање пловидбених услова на Дунаву и Тиси

У црноморском сливу Југославије пловно је 7 река и 14 канала (таб. 3). Навигациони период траје од 1. марта до 25. децембра. У зимама без леда пловидба се обавља колико прилике захтевају, али није рентабилна због кратке обданице, често лоше видљивости (радиационе магле, вејавице) и, каткад, због ниских водостаја тегљенице и барже не товаре се до пуног капацитета носивости — на Сави и Драви, док је то могуће на осталим пловним путевима.

Дунав, Сава (осим сектора око ушћа Босне и Дрине) и Тиса одавно су оспособљени за ноћну пловидбу (помоћу светлосних сигнала). Зато се при повољним водостајима на тим рекама обавља редовно ноћна пловидба. Југословенски бродови били су први на Дунаву, који су почели да користе радар; на већим потискивачима уграђени су и ултразвучни дубиномери (са тачношћу мерења до 10 см). То је знатно олакшало рад бродских посада и утицало на већу продуктивност у речном транспорту.



Таб. 3. — Дужина пловних река и канала у Југославији (4 и 11)

Пловни пут	Дужина пловног пута у км за бродове — носивост у тонама			
	200	500—650	1.350	преко 1.350
<b>Дунав</b>	<b>588</b>	<b>588</b>	<b>588</b>	<b>588</b>
Сава	653	583	583	—
Купа	136	136	5	—
Драва	151	75	22	—
Тиса	164	164	164	—
Бегеј	77	77	31	—
Тамиш	41	3	3	—
<b>Пловне реке — укупно:</b>	<b>1.810</b>	<b>1.626</b>	<b>1.396</b>	<b>588</b>
Бајски канал	12,7	12,7	—	—
Врбас — Бездан	74,6	74,6	6,3	—
Косанчић — Мали Стапар	21,1	21,1	—	—
Пригревица — Бездан	31,7	31,7	31,7	—
Одаци — Сомбор	27,9	27,9	27,9	—
Бечеј — Богојево	90,0	90,0	90,0	—
Б. Петровац — Каравуково	52,0	52,0	—	—
Н. Сад — Савино Село	39,1	39,1	39,1	—
<b>Бачки канали — укупно:</b>	<b>349,1</b>	<b>349,1</b>	<b>195,0</b>	<b>—</b>
Златица	10,1	—	—	—
Кикиндски канал	18,3	32,0	—	—
Бан. Паланка — Н. Бечеј	147,3	147,3	147,3	—
Бегеј — југ. рум. граница	77,0	77,0	31,4	—
Бегеј	34,6	34,6	34,6	—
Тамиш	35,0	35,0	—	—
<b>Банатски канали — укупно:</b>	<b>322,3</b>	<b>325,9</b>	<b>213,3</b>	<b>—</b>
<b>Кан. у ХС ДТД — укупно:</b>	<b>671,4</b>	<b>675,0</b>	<b>408,3</b>	<b>—</b>
<b>Пловне реке и канали</b>	<b>2.481,4</b>	<b>2.301,0</b>	<b>1.804,3</b>	<b>588</b>

Дунав има најбољи пловни пут, јер је Југославија као подунавска земља и потписница Дунавске конвенције, као и остале подунавске земље, била обавезна да регулационим радовима обезбеди пловидбену дубину од најмање 2,50 м у пловном путу и при ниским водостајима (осим у току 10 дана најнижих водостаја који се могу појавити на реци). Овај захтев је испуњен сужавањем речног корита на потребним местима помоћу попречних и уздужних набачаја камена, преграђивањем рукаваца и неопходним багеровањима (нарочито око ушћа Тисе и Велике Мораве).

Изградњом хидроенергетског и пловидбеног система „Бердап“ и образовањем Бердапског језера, дугачког при ниској води скоро 250 км, изменили су потпуно услове за пловидбу кроз Бердапску клисуру: брзина воде смањена је од 1—5 м/сек на 0,1—0,3 м/сек, док су дубоко испод језерске површине остале стене које су ометале безбедност пловидбе, па је она сада могућа и ноћу (нарочито за бродове опремљене радарима). Капацитет пловног пута у Бердапу повећан је од 14 на 50 милиона тона годишње (4, 153).

Изградњом ХЕ „Бердап II“ побољшаће се и пловност низводно од ХЕ „Бердап“, јер ће језеро нове хидроелектране допирати до бране старе и тиме обезбеђивати потребну дубину у свако доба године. Сем тога, ноћна пловидба ће бити знатно безбеднија у језеру ХЕ „Бердап II“ већ од 1983. године. Језера обеју хидроелектрана олакшаће и пловидбу речно-морских бродова до Београда.

**Тиса** је и раније имала добар пловни пут, али је он изградњом бране низводно од Бечеја претворен у узано језеро, чији успор допире узводно до Сегедина.

Већи регулациони радови предстоје на **Драви** (учвршћивање обала и сужавање корита) и **Сави** (пресецање меандара, сужавање корита ради повећавања дубине воде у пловном путу). Мада пројект луке у Загребу постоји већ 20 година није ништа учињено у погледу његове реализације. Вероватније је да ће лука у Загребу пре бити у близини Рутвице (37 км низводно од Загреба), докле је Сава пловна за бродове до 1.350 тона носивости. Неопходна је изградња **пловног канала Сава — Дунав** (односно Шамац — Вуковар); он скраћује дужину пловног пута из Саве на горњи Дунав и обратно за 425 км; чак је и пут од Шамца каналом и Дунавом до Београда краћи за 68 км него по Сави између та два града.

Од осталих пројеката у сливу Саве треба истаћи каналисање Уне и Саве на дужини од 140 км (од Јасеновца до Приједора) ради превоза гвоздене руде (из рудника Љубије); овај пројект је рентабилан и његово остварење очекује се до 2000. године. Међутим, каналисање средњег тока Колубаре и доњег тока Дрине (од Зворника низводно) није економично (8, 27), па оне неће бити коришћење за речни саобраћај.

**Језерска пловидба** обавља се само на Охридском, Преспанском и Скадарском језеру са укупно 10 путничко-гететних бродова. Прекиде пловидбе изазивају само јачи ветрови, који на Охридском језеру подижу таласе високе до 2 м, а на друга два до 1,50.

Наша речно-каналска флота (коју сачињава 1.240 бродова) превезе годишње око 27 милиона тона робе и око 120 хиљада путника. У превозу робе шљунак и песак заступљени су са 67%, а нафта и њени деривати са 22%, а затим следе чврста горива, руде и концентрати итд.

Најзад, напоменимо да се за пролаз бродских конвоја кроз две бродске преводнице ХЕ „Бердап“ испусти из језера (кроз тунеле у брани) у бродске коморе годишње око 2.283,24 милиона м<sup>3</sup> воде. Осим тога, за пролаз бродова кроз 16 преводница на пловним каналима хидросистема Дунав — Тиса — Дунав годишње се употреби око 102,816 милиона м<sup>3</sup> воде.

### Заштита површинских вода од загађивања

После искоришћавања враћа се у пријемнике из домаћинства око 80% употребљене воде, а из индустрије око 85%. Прва врста употребљених вода садржи осим неких чврстих материја много ор-

ганских, које се у води разлажу уз потрошњу раствореног кисеоника, смањујући тиме његову количину и изазивајући поремећаје у екосистему пријемника. Индустријске отпадне воде садрже различита органска и неорганска једињења — маст, киселине, лужине итд., као и врло снажне отрове, који су и у минималним количинама опасни за живи свет вода, нарочито за рибе. Из термоелектрана доспева у пријемнике велика количина топле воде, која умањује садржај раствореног кисеоника, а само 1% воде употребљене за рад термоелектрана су опасно загађене фенолима, мастима и уљима, киселинама итд. Према томе, отпадне воде те три главне групе загађивача мењају више или мање природне одлике воде у рекама, каналима, неким језерима и у приобалском појасу мора.

Полазећи од потрошње воде главних група корисника, изложене у таб. 1, дали смо процену укупних количина њихових отпадних вода (таб. 4), али су при томе учињене следеће коректуре: количина отпадних вода смањена је за 20% колика је приближно количина тих вода која се директно излива из канализација у приобалски појас Јадрана; затим су у преосталих количина отпадних вода за 1980. и 1985. годину извршена смањења за 15%, односно 20% — колике су процене отпадних вода које подлежу пречишћавању (највише механичким поступком, а мање биолошким), пре него што се упусте у пријемнике. Тако смо одредили укупну количину јако загађених вода, које угрожавају живи свет река, канала и неких језера (сетимо се Палића!).

Таб. 4 — Процена количина отпадних вода које угрожавају квалитет вода у рекама, каналима и неким језерима

Главне групе загађивача вода	1980. год.			1985. год.		
	Отпадне воде у м <sup>3</sup> /сек	Отпадне воде без пречишћавања у м <sup>3</sup> /сек у 10 <sup>6</sup>	м <sup>3</sup> /год.	Отпадне воде у м <sup>3</sup> /сек	Отпадне воде без пречишћавања у м <sup>3</sup> /сек у 10 <sup>6</sup>	м <sup>3</sup> /год.
Становништво (домаћинства)	23,980	20,383	643,205	27,366	21,893	690,855
Индустрија	112,676	95,774	3.022,243	156,454	125,163	3.949,643
Термоелектроенергетика	1,74	1,457	45,977	2,169	1,735	54,749
Укупно:	138,370	117,614	3.711,425	185,989	148,791	4.695,247

Чак и после пречишћавања отпадних вода механичким и биолошким поступком вода није довољно чиста, јер 10—15% тешко разградљивих материја остаје у води и после сливања у пријемнике загађује површинске воде. Стога се таквим водама додаје 8—10 пута више чисте воде да би се смањила концентрација штетних материја и олакшао процес самопречишћавања у реци, каналу или језеру. Међутим, за разблаживање концентрације отпадних вода које нису пречишћаване потребна је знатно већа количина чисте воде — каткад до 60 пута већа.

Ако за разблаживање концентрације отпадних вода усвојимо само 30 пута већу количину чистих вода, произилази да у 1980. години треба да се у ту сврху употреби 3.528 м<sup>3</sup>/сек, што је само за

382 м<sup>3</sup>/сек мање од просечног протицаја наших домицилних вода (3.910 м<sup>3</sup>/сек). Управо због тога су наше највеће домаће реке, пре свега Сава и Морава, из II прешле у III класу квалитета речних вода, док се многи водотоци налазе у IV класи (па и изван класа — „потпуно биолошки уништене воде“).

Стање у 1985. години, чак и ако успемо да пречистимо 20% отпадних вода, што би био минимум, неће се поправити. Напротив, повећана урбанизација и индустријализација земље изазваће за пет година увећање отпадних вода за 25,60%, а оних вода које се неће пречишћавати за 21%. Зато ће 1985. године бити повећана количина потребне чисте воде за разблаживање концентрације отпадних вода — 4.464 м<sup>3</sup>/сек или за 554 м<sup>3</sup>/сек више од просечног домицилног протицаја. То би требало да утиче на погоршање квалитета воде у нашим рекама, каналима и неким језерима, као и на транзитним водотопима — Дунаву и његовим притокама које теку из суседних земаља.

Очигледно да је хитно налажење решења за излаз из стања које нам прети више него икада до сада.

### Наше могућности у заштити површинских вода од загађивања

Устав СФР Југославије, устав Републике и Покрајина, као и још 12 савезних и републичких закона и прописа треба административно да штите воде река и језера, као опште народно добро, од свакојаких загађивања. Већина тих аката указује „да се опасне материје (које могу да доведу у опасност животиње и здравље људи, риба и стоке) не смеју уносити у воде“ (6, 704 — члан 161, став 1).

Основни закон о водама из 1965. године, који су прихватиле све наше Републике и Покрајине, изискивао је да се до краја 1972. године саграде где је то неопходно уређаји за пречишћавање отпадних вода. Нажалост, то је остало „мртво слово на папиру“. Следећи Закон о водама донет је половином 1975. године и по њему у нашој земљи је требало да се поставе уређаји за пречишћавање отпадних вода до краја 1978. године. Рок је прошао, урађено је врло мало, а стање квалитета воде у рекама и језерима у међувремену се још више погоршало.

Једини већи успех забележен је у заштити од загађивања наше најлепше и најчистије реке — Таре. Под притиском јавности и друштвено-политичких организација из свих крајева СФР Југославије, а посебно из СР Црне Горе, рудник олова и цинка Брсково био је принуђен да постави уређаје за пречишћавање својих отпадних вода и да их после обраде поново користи у технолошком процесу. Постављена је и посебна заштитна фолија која спречава да се воде са јаловишта слију у Тару. За све то рудник је платио 6 милиона динара (по ценама из 1975. године), а исто толико годишње стаје и експлоатација поменутих уређаја. Истина да је то врло много за рудник који је тек почео са радом, али се без тога није могло.

Најенергичнију заштиту својих површинских вода предузеле су општине у сливу Уне, па је овај водоток све до ушћа Саве у II класи квалитета речних вода и стога погодан и за рекреацију.

Ми смо почетком 1977. године указали колика опасност прети извориштима Београдског водовода од загађене воде Саве у Комисији за воде Савета за унапређивање и заштиту животне средине Извршног савета СО Београда. Резултат тога је био скуп представника свих општина у сливу Саве, одржан крајем децембра исте године. После дводневног расправљања констатовано је да се мора спречити даље загађивање Саве на принципу солидарности, а 20. јануара 1980. године у Загребу је потписан „Друштвени договор о заједничким акцијама на спречавању загађивања вода у сливу Саве“ (који су потписали представници 47 градова и општина које се налазе у сливу Саве). Најважнија обавеза је да свака општина и град предузму на својој територији све мере да се предстојеће стање сапира и спрече могућности загађивања реке и њених притока. Истина, ово ће бити дугорочан процес, који неће дати видљиве резултате пре 1990. године. Да се у овоме успе, требало је разбити отпор највећих загађивача речних вода, који су избацили погрешну крилатицу „Прљавија вода — виши стандард“.

Изградња свих потребних уређаја за пречишћавање отпадних вода у сливу Саве требало би да кошта укупно 23,09 милијарди динара распоређена у три етапе (8, 39). То је огромна сума, али не толика да би требало дићи руке од заштите водотока у сливу Саве — територије на којој живи преко 35% становништва Југославије и ради око 60% свих наших индустријских погона.

За пречишћавање фекалних вода мањих градова у брдско-планинским крајевима Југославије требало би користити **оксидационе лагуне**. То су плићи басени већих површина у којима зелене алге процесом фотосинтезе производе веће количине кисеоника за биолошко разлагање органских материја у соли, угљендиоксид и воду. После обраде у другој, а посебно у трећој лагуни, таква вода може корисно да се употреби за заливање површина под сточном крмом, обезбеђујући повећане приносе. Одржавање биооксидационих лагуна не стаје много, а за њихово одржавање и рад довољни су приручени радници.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дукић Д. — Стање и проблеми водоснабдевања градова у Југославији — на примеру 57 насеља. „Вода и санитарна техника“, год. II, бр. 5—6, стр. 5—31. Изд. Удружење за технологију воде. Београд, 1972.
2. Дукић Д. — Воде СР Србије. Посебна издања, књ. 44. Изд. Српско географско друштво. Београд, 1978.
3. Дукић Д. — Загађеност река и језера у Југославији. „Туризмологија“, посебно издање, бр. 2, стр. 117—131. Београд, 1977.
4. Dukić D. — Water Resources of Yugoslavia and Geographical Aspects of their Utilisation. Collecta of the Symposium on Methodology of the Hydrology of Surface Waters, p. 161—177. Belgrade, 1978.

5. — Савезни комитет за пољопривреду — Сектор за водопривреду — Националне монографије СФРЈ: Материјал намењен за припрему конференције Уједињених нација о водним ресурсима 1977. године. Изд. Института за водопривреду „Јарослав Черни“. Београд, мај 1975.

6. — Закон о водама. Службени гласник СР Србије, год XXXI, бр. 33. Београд, 28. јула 1975.

7. — Закон о искоришћавању и заштити изворишта водоснабдевања у СР Србији без САП-а. Београд, јула 1976.

8. — Координациони одбор за студију регулације и уређења реке Саве: Приказ студије регулације и уређења реке Саве у Југославији (коначни извештај). Загреб, 1973.

9. — Програм снабдевања водом становништва и привреде у СР Србији ван САП-а до 2000. године (Извод из студије). Институт за водопривреду Јарослав Черни“. Београд, децембар 1975.

10. — Симпозијум о снабдевању водом Шумадије и Поморавља. Саопштења, књ. 1. Крагујевац 17—18. мај 1973.

11. Милованов Д. (редактор и аутор) — Хидросистем Дунав — Тиса — Дунав. Изд. Водопривредно предузеће Дунав — Тиса — Дунав. Нови сад, 1972.

12. Львович М. И. — Мировые водные ресурсы и их будущее. Издат. „Мысль“. Москва, 1974.

## R é s u m é

DUSAN DUKIC

### PERSPECTIVES DANS L'UTILISATION ET LA PROTECTION DES RESSOURCES D'EAU SUPERFICIELLES DE YOUGOSLAVIE

La RSF de Yougoslavie dispose de considérables ressources d'eau superficielles. Du seul débit qui se forme sur le territoire de la RSF de Yougoslavie à chaque habitant reviennent 5.527 m<sup>3</sup> d'eau par an en moyenne (situation pour la moitié de l'année 1980) et avec les eaux transitaires du Danube et de ses affluents majeurs (la Drava et la Tisa), en moyenne 10.003 m<sup>3</sup>/an ou 27,387 m<sup>3</sup> par jour.

Par conséquent, lorsqu'il s'agit de l'approvisionnement d'eau des principaux consommateurs en Yougoslavie (Tab. 1), il ne se pose pas la question de la quantité, mais plutôt celle de la qualité des ressources d'eau superficielles. Ainsi, dans tout le pays on consommait en 1975 pour les besoins de la population (33,07 m<sup>3</sup>/sec), de l'industrie (104,97 m<sup>3</sup>/sec), de la production de l'énergie thermique et électrique (113,25 m<sup>3</sup>/sec) et de l'agriculture (28,85 m<sup>3</sup>/sec dans la période de végétation) su total 280,13 m<sup>3</sup>/sec ou 8.456,83 millions de m<sup>3</sup> d'eau. En 1985 déjà la consommation totale de l'aeu en Yougoslavie doit atteindre le niveau de 674,05 m<sup>3</sup>/sec ou 19.554,73 millions de m<sup>3</sup> d'eau, à savoir de la I<sup>ère</sup> et de la II<sup>e</sup> qualité d'eaux fluviales. Les supputations faites à titre d'orientation indiquent qu'en 1995 la consommation de l'eau dans notre pays atteindra un total de 980 m<sup>3</sup>/sec ou bien 30.924,88 millions de m<sup>3</sup> d'eau. Ce sont précisément ces chiffres qui suggèrent le passage à la technologie dite „sèche“ partout où cela est possible, c.à d. à la consommation minimum de l'eau et le recyclage obligatoire de l'eau dans les processus technologiques.

Dans le Tab. 2 est exposée la structure de la consommation d'eau dans les ménages de la population urbaine (en haut) et de la population rurale (en bas) en l/habitation/jour. En vue d'assurer l'eau d'une bonne qualité pour les besoins de la population, la loi a mis sous sa protection les bassins fluviaux particuliers où les rivières ont la I<sup>ère</sup> classe de qualité de l'eau.

La consommation d'eau dans l'industrie croît rapidement, bien que, dans le processus technologique, on perde environ 15 p. 100 de l'eau utilisée et le reste, en forme d'eaux résiduaires industrielles, parvient dans les réceptacles, en polluant par là, ensemble avec les eaux de ménage, les rivières, les canaux, certains lacs et la zone côtière de la mer.

L'eau utilisée dans l'agriculture est souvent polluée par les substances minérales des engrais chimiques et des pesticides. Environ 30 p. 100 de l'eau utilisée dans l'agriculture rentrent, en affluent par des conduits souterrains, dans les réceptacles.

Pour les besoins des viviers on utilise environ 430 millions de m<sup>3</sup> d'eau par an et en 1990, lorsque la superficie de tous les viviers aura atteint 58.000 ha, la consommation annuelle s'élèvera 1.920 millions de m<sup>3</sup> d'eau de la I<sup>ère</sup> et de la II<sup>e</sup> classe.

La RSF de Yougoslavie dispose d'un potentiel économique hydroénergétique de 50 milliards de kWh. A la production uniforme de l'énergie hydroélectrique contribuera la construction d'environ 145 lacs d'accumulation de dimensions moyennes et grandes.

La RSF de Yougoslavie dispose d'un réseau de voies navigables naturelles et artificielles (Tab. 3). Pour les bateaux jusqu'à 1.350 tonnes de port, navigables sont 1.804,3 km au total, dont 408,3 km de canaux en Bačka et en Banat. La voie navigable de la meilleure qualité est celle du Danube, particulièrement dans le défilé des Portes de Fer après la construction du système hydroénergétique et de navigation „Djerdap“ (1972). On prévoit la construction du canal navigable entre la Save et le Danube (Slavonski Šamac—Vukovar), grâce auquel la route de la Save pour le bassin du cours supérieur du Danube ou inversement deviendrait de 425 km plus courte. La navigation s'effectue aussi sur trois lacs majeurs — lac d'Ohrid, lac de Prespa et lac de Skadar (Scutari). La flotte fluviale et de canaux de la RSF de Yougoslavie (plus de 1.240 bateaux) transporte environ 27 millions de tonnes de marchandises par an (67 p. 100 des cailloux et du sable, 22 p. 100 du pétrole et des produits pétroliers, etc.) et environ 120 mille passagers.

Dans le Tab. 4 est donnée l'évaluation des quantités d'eaux résiduaires en 1980 et 1985, provenant des ménages, de l'industrie et de la production de l'énergie thermique et électrique. On a établi que les quantités d'eaux fécales et d'eaux résiduaires industrielles augmentent à cause de l'urbanisation et de l'industrialisation continues. Malgré le fait qu'en 1980 on épurait environ 15 p. 100 des eaux résiduaires et qu'on en épurera environ 20 p. 100 en 1985, les fleuves et les rivières, les canaux, certains lacs et la zone côtière de la mer reçoivent

vent des quantités de plus en plus grandes d'eaux résiduaires. Si l'on déduit les eaux résiduaires qui se déversent directement dans la Mer Adriatique, les rivières, les canaux et certains lacs devraient recevoir alors en 1985 un total de 138,370 m<sup>3</sup>/sec (dont 117,614 m<sup>3</sup>/sec sans aucun traitement). A cause de la réception des grandes quantités d'eaux résiduaires, nombreuses rivières et nombreux fleuves, inclusivement le Danube, la Drave, la Tisa, la Save et la Grande Morava sont dans la III<sup>e</sup> classe de qualité des eaux fluviales et un grand nombre des cours d'eau de moindre importance dans la IV<sup>e</sup> classe (et même hors classes — „eaux biologiquement annihilées“).

Se trouvant dans une situation peu enviable quant à la qualité des eaux fluviales, la RSF de Yougoslavie prend des mesures administratives (Loi sur les Eaux de 1965 et de 1975) et les organisations socio-politiques s'efforcent de garantir aussi tôt que possible les rivières particulières de la pollution. On a réussi à protéger complètement la plus belle rivière dans la RSF de Yougoslavie — la Tara, et l'Una, en amont de Bosanski Novi, est aussi déjà efficacement protégée. Entre les villes et les communes, situées dans le bassin de la Save est conclu un accord en vue d'empêcher la pollution ultérieure de ce fleuve et de ses affluents et de passer graduellement aux mesures d'assainissement de cette condition. Pour la réalisation de ces projets il sera nécessaire de construire de nombreuses installations pour l'épuration des eaux résiduaires, et pour les régions de montagnes et de collines et pour les villes de moindre importance l'auteur propose l'épuration des eaux fécales dans les lagunes biooxydantes.