

## HIDROGEOGRAFSKE ZNAČAJKE SREDIŠNJE HRVATSKE

JOSIP RIĐANOVIĆ

**Uvod:** Hidrogeografska problematika uključuje osim hidrografskog sadržaja i valorizaciju voda u dotičnom prostoru.

Na temelju dosadašnjih znanstvenih saznanja i tehničkih dostignuća, ali i potreba suvremenog društva poželjno je dati što je moguće cjelovitije prikaz vodnih prilika. Kompleksan pristup obrade voda obuhvaća detaljnije razmatranje hidrometeoroloških prilika, hidrogeološke osnove s hidrolitološkim osobinama stijena i hidromorfološkim obilježjima odgovarajućeg prostora.

Za ocjenu vrednovanja voda neophodna je analiza karakterističnih hidroloških veličina s reprezentativno odabranih vodomjernih stanica, a još mogu pripomoći i raznovrsni hidrotehnički zahvati, primjerice hidromelioracije za poboljšanje agrarnih površina i oplemenjivanje tala, za obranu od poplave, kao i problematika vodoopskrbe, bilo stanovništva, industrije ili poljoprivrede odnosno utvrđivanje stupnja zagađenosti voda i tako dalje.

Vodeći računa o navedenim aspektima ovaj rad ima za cilj da pokuša predočiti stanje i vrednovanje voda u Središnjoj Hrvatskoj.

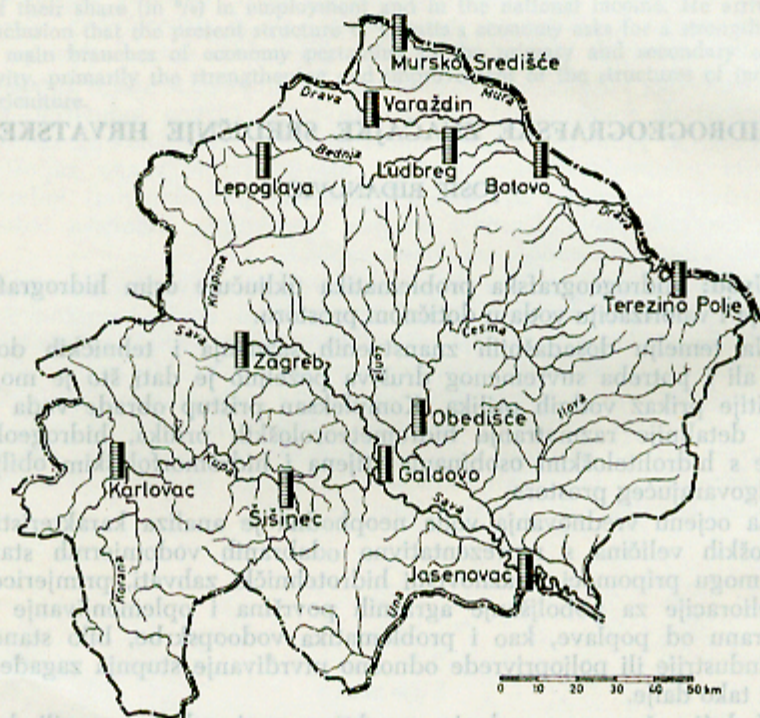
Najveća koncentracija površinskih voda s najrazgranatijom mrežom tekućica osnovno je hidrografsko obilježje Središnje Hrvatske. Rijeka Sava ima centralni položaj i određuje uglavnom cjelokupno otjecanje osim u krajnjim sjevernim dijelovima pridravskog pojasa. Sava je hidrogeografska okosnica, koja gustoćom i gotovo radijalnim razmještajem svojih pritoka optimalno određuje hidromorfološki izgled kraja. Vidi sl. 1.

Veliko bogatstvo voda Središnje Hrvatske je rezultat više pogodnog sastava zemljišta i njegovih hidrogeoloških osobina nego hidrometeoroloških prilika. Površinska hidrografija je ovisna i o razmještaju i režimu podzemnih voda.

Prema najnovijim istraživanjima<sup>1</sup> potrebno je s obzirom na hidrogeološke funkcije pojedinih stijena razlikovati temeljno gorje i terciarno — kvartarni sedimentni kompleks.

<sup>1</sup> P. Miletić, Hidrogeološke karakteristike Sjeverne Hrvatske. Geološki vjesnik No 22. Zagreb 1968.

Temeljno gorje izgrađuju stijene starije od tercijara a javljaju se u tzv. »otočnim« planinama (Medvednica, Kalnik, Moslavačka gora...). Ono predstavlja hidrogeološku sredinu stijena sekundarne poroznosti i različitih dubina do podzemne vode. Tu su izvori malih kapaciteta, osim u karbonatnim stijenama. U tim krajevima nema uvjeta za veću akumulaciju voda.



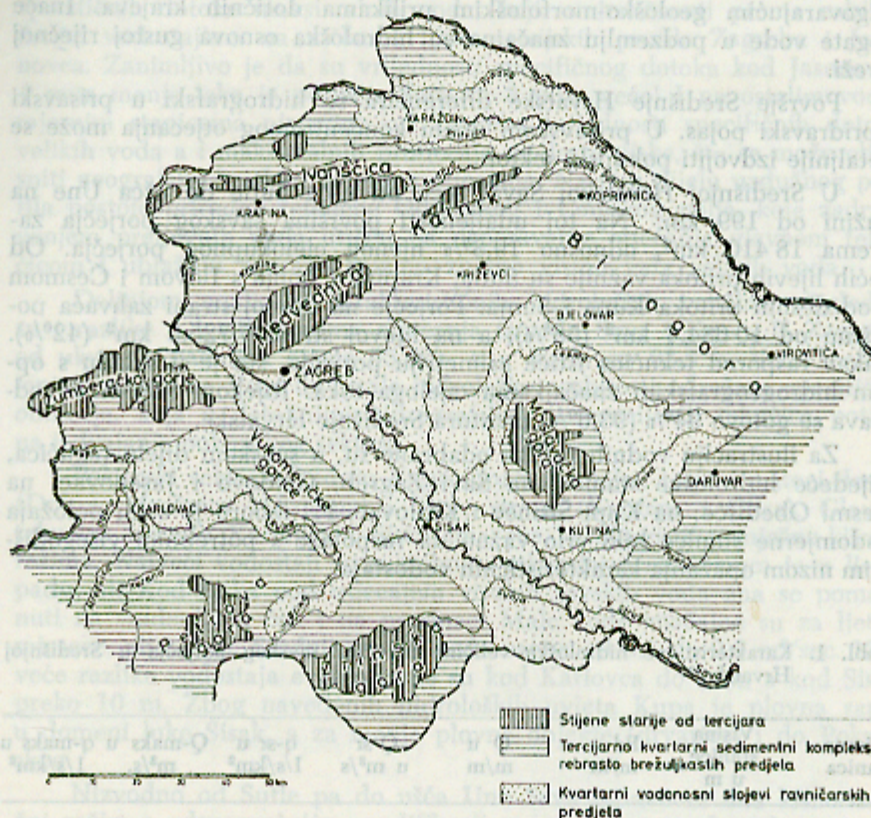
Sl. 1. Koncentracija tekućica i karakteristične vodomjerne stanice

Fig. 1. Concentration of Watercourses and Characteristic Water-Level Stations

Tercijarno — kvartarni sedimentni kompleks dijeli se hidromorfološki na rebrasto — brežuljkaste predjele porječja savinih pritoka (uključujući aluvijalne nanose u njihovim koritima), potočne doline na padinama temeljnih gora i na kvartarne vodonosne slojeve savske i dravske nizine.

Hidrogeološke prilike rebrasto brežuljkastih krajeva pretežno u tercijarnim a rjeđe i u kvartarnim sedimentima karakteriziraju vodonosne stijene primarne poroznosti. To su porječja Sutle, Krapine, Gline, Sunje, gornji dijelovi rijeka Lonje, Česme, Ilove i Odre, kao i manjih tekućica na prigorjima Medvednice, Plješivice, Ivanščice, Kalnika i Bilo gore, te na padinama Vukomeričkih gorica, Moslavačke gore, Zrinske gore i Petrove gore. (Vidi sl. 2.) Vodne plohe temeljnice slijede reljef terena i u skladu su s hidrolitološkim osobinama stijena. Prvi vodonosni sloj je naj-

češće isprekidan što je ovisno o geološkim i reljefnim preduvjetima. Dubina do podzemne vode mijenja se naglo i to u granicama od 1 do 30 m. Izvori su zbog čestih izmjena stijena različite propusnosti silaznog tipa i razbijeni, inače kapaciteta do 1 l/sec. Iako je izdašnost izvora mala, ima ih dosta, te stalno hrane brojne tekućice. Najveće dubine bušenih bunara utvrđene su do 180 m, dok im je izmjeren najveći kapacitet do 10 l/sec.



Sl. 2. Hidrogeološka skica (prema P. Miletiću)

Fig. 2. Hydrogeologic Chart (according to P. Miletić)

Nizinski i ravničasti predjeli uz Savu i Dravu obiluju najčešće vodonosnim slojevima, koji se u pravilu podudaraju sa šljunčanim naslagama. Ali promjenom litoloških osobina stijena mijenjaju se i njihove vodonosne prilike. Nizvodno od Rugvice prema Sisku gruboklastične stijene, među kojima su najrasprostranjeniji šljunci s pijescima, prelaze u fine pijeske prašnaste strukture s glinenim proslojcima. Dubina do podzemne vode ovisna je i o topografskim uvjetima zemljišta.

U neposrednoj okolici Zagreba podzemna je voda na dubini 1—3 m, a kod Varaždina i Novigrada-Podravskog ima već raspon od 1—20 m. Broj vodonosnih slojeva se povećava a od zapada prema istoku raste i tlak. Međutim izdašnost bunara varira osjetno. Prvi vodonosni sloj ima redovito najveći kapacitet. U okolici Zagreba do 65 l/sec, kod Varaždina i Novigrada-Podravskog do 60 l/sec. Ostali horizonti vode imaju kapacitet tek između 4—7 l/sec. Smanjivanje vodnih kapaciteta od zapada prema istoku uzrokovano je ograničenošću vodonosnih slojeva tj. odgovarajućim geološko-morfološkim prilikama dotičnih krajeva. Inače bogate vode u podzemlju značajna su hidrološka osnova gustoj riječnoj mreži.

Površje Središnje Hrvatske diferencira se hidrografski u prisavski i pridravski pojas. U prisavskom dijelu koncentričnog otjecanja može se detaljnije izdvojiti pokupski sektor.

U Središnjoj Hrvatskoj Sava<sup>2</sup> teče od ušća Sutle do ušća Une na dužini od 199 km. Na toj udaljenosti površina savskog porječja zaprema 18 410 km<sup>2</sup>, odnosno 19,3% njenog cjelokupnog porječja. Od većih lijevih pritoka važnije su Sutla, Krapina i Lonja s Ilovom i Cesmom a od desnih pritoka Kupa i Sunja. Porječje na desnoj strani zahvaća površinu od 10 684,4 km<sup>2</sup> (58%), a na lijevoj strani 7 725,8 km<sup>2</sup> (42%). Takav raspored tekućica ističe asimetriju porječja, što je u skladu s općim hidrogeografskim značajkama cijeloga toka. Rijekom Savom odvodnjava se gotovo 94% (93,6%) prostora Središnje Hrvatske.

Za ilustraciju vodnih prilika odabrane su, u savskom dijelu tekućica, slijedeće hidrološke stanice, na Savi Zagreb, Galdovo i Jasenovac; na Česmi Obedišće; na Kupi Šišinec i Karlovac. Pri izboru je osim položaja vodomjerne stanice bilo vrlo važno da raspolaže s potrebnim višegodišnjim nizom opažanja karakterističnih vodostaja.

Tabl. 1. Karakteristične hidrološke veličine tekućica savskog porječja u Središnjoj Hrvatskoj<sup>3</sup>

Mjerna stanica	Visina stanice u m	Pd u m/m	Q u m/m	Q-sr u m <sup>2</sup> /s	q-sr u l/s/km <sup>2</sup>	Q-maks u m <sup>2</sup> /s.	q-maks u l/s/km <sup>2</sup>
Zagreb	112	1 430	795	314,0	25,2	3 140	252
Galdovo	91	1 415	805	325,7	25,5	—	—
Jasenovac	87	1 240	655	307,0	20,8	2 365	59
Obedišće	93	850	305	24,9	9,7	470	178
Karlovac	103	1 660	1 054	103,4	33,4	1 044	342
Šišinec	95	1 435	772	181,0	24,5	1 030	141

<sup>2</sup> D. Dukić, Sava — potamološka studija. SAN. Posebna izdanja, knj. CCLXXV. Beograd 1957.

<sup>3</sup> Hidrološki godišnjaci. Savezni Hidrometeorološki Zavod. od 1925 do zaključno 1970. Beograd.

U tablici 1. obuhvaćene su osim vodomjernih stanica i apsolutnih visina još slijedeće vrijednosti. Višegodišnji prosjek padalina porječja koji gravitira dotičnom hidrometrijskom profilu ( $P_d$  u m/m); dio padalina koji otječe ( $Q$  u m/m); srednji protok ( $Q$ -sr u  $m^3/sec$ ); prosječni specifični dotok ( $q$ -sr u  $l/s/km^2$ ); maksimalni protjecaj ( $Q$ -maks u  $m^3/sec$ ) i specifični dotok najvećih voda ( $q$ -maks u  $l/s/km^2$ ), dakle veličine koje kvantitativno određuju režim vodostaja.

Promatranjem tablice 1. može se uočiti upadljiva razlika u visini specifičnih dotoka maksimalnih voda, koji su izračunati prema zabilježenim vodostajima na točkama hidrometrijskih profila Zagreba i Jasenovca. Zanimljivo je da su vrijednosti specifičnog dotoka kod Jasenovca 4 puta manje iako je porječje Save tu 3 puta veće! I na ostalim vodomjernim stanicama nizvodno od Zagreba vrijednosti specifičnih dotoka velikih voda a i maksimalnih protjecaja su dosta niske, što se može objasniti geografsko-fizičkim uvjetima otjecanja. Na tom dijelu uzdužnog profila postoje prirodne retencije Odranskog i Lonjskog polja, koje zadržavanjem preljavnih voda utječu na usporavanje otjecanja glavnom tekućicom i ublažuju zapravo snizuju znatno visinu vala velikih voda.

Daljnjom analizom karakterističnih hidroloških veličina očigledne su i razlike u koeficijentima otjecanja između Save i Kupe. U Zagrebu od ukupnih padalina otječe 55,6%, a u Karlovcu 63,5%. Veći koeficijent otjecanja na Kupi uz ostale hidrološke osobitosti odražava specifična obilježja, koja u detaljnijoj hidrografskoj diferencijaciji tekućica potiču na izdvajanje pokupskog sektora.

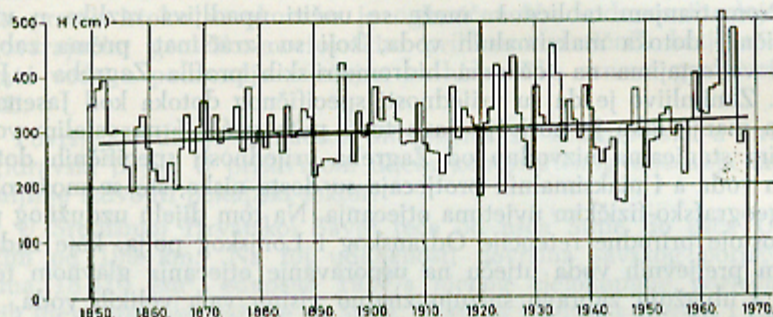
Pokupski sektor određuju Kupa (donji dio toka) i njeni pritoci desne (Dobra, Mrežnica i Korana) i lijeve strane (Kupčina i Odra). Glavna tekućica između Karlovca i Siska ima sve karakteristike snježno-kišnog režima. Najveći vodostaji su u svibnju, sekundarni maksimum je u listopadu, ali kod Siska pod utjecajem visokih savskih voda zna se pomaknuti na studeni, pa čak i na prosinac. Male vode značajne su za ljetne mjesece, ali i zimi. Srednji protok vode varira od 0,1 do 0,6  $m^3/sec$ . Najveće razlike vodostaja evidentirane su kod Karlovca do 9 m, a kod Siska preko 10 m. Zbog navedenih hidroloških uvjeta Kupa je plovna samo u domeni luke Sisak, a za manje plovne objekte (drvarice) i do Pokupskog.

Nizvodno od Sutle pa do ušća Une Sava uglavnom ima kišno-snježni režim s odgovarajućim modifikacijama u rasponu od prelazno srednjeevropskog do umjereno sredozemnog tipa.<sup>4</sup> Izraziti maksimum voda je u jesen, a niski vodostaji karakteristični su za ljeto, poglavito u kolovozu. Na pomenutom dijelu Sava je prosječno 33 puta vodom bogatija od Sutle, a 29 puta od Krapine. Zbog toga ti pritoci jače ne utječu na njen režim vodostaja. Međutim Kupa, koja unosi na ušću u Savu godišnje prosječno 9 milijardi metara kubnih vode, usporava znatno glavnu rijeku povećavajući joj val visoke vode. Te se pojave registriraju u povećanim vodostajima na stanicama Galдово, koja je 2,3 km uzvodno od neposrednog ušća Kupe u Savu.

<sup>4</sup> D. Dukić, Prilog regionalnom poznavanju rečnih režima u Jugoslaviji. Glasnik SGD., sv. 34. br. 2. Beograd 1954.

Detaljniji uvid u hidrološku problematiku tekućica savskog porječja Središnje Hrvatske dopunjuju slike 3. i 4.

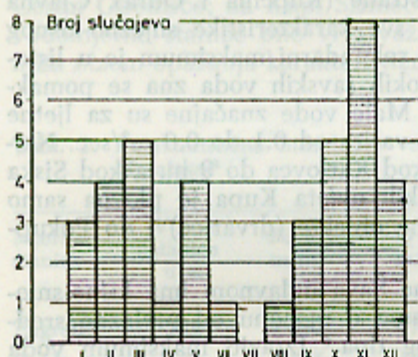
Drava je rubna i dijelom granična rijeka u Središnjoj Hrvatskoj. Odvodnjava tek 1 274,8 km<sup>2</sup> ili samo 6,4% ukupnog prostora. Glavni lijevi pritok joj je Mura s Trnavom, a s desne strane prima zaobilazne tekućice Plitvicu, Bednju i Gliboki Potok.



Sl. 3. Pregled maksimalnih godišnjih vodostaja Save u Zagrebu — razdoblje 1850—1969.

Fig. 3. Maximum Annual Water Levels of the Sava River in Zagreb, Period 1850—1969.

#### VODOMJERNA STANICA ZAGREB



Sl. 4. Prosječan godišnji broj pojave velikih voda na Savi u Zagrebu — razdoblje 1926—1965.

Fig. 4. Average Annual Number of Occurances of Highwater on the Sava River in Zagreb, Period 1926—1965.

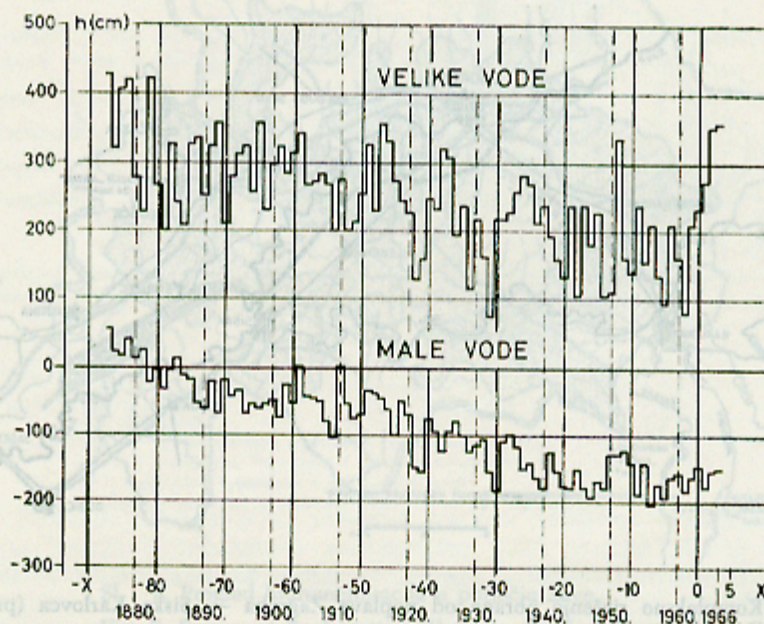
Karakteristične vodomjerne stanice u pridravskom dijelu su na Dravi Varaždin i Botovo, na Muri Mursko Središće, na Bednji, za gornji dio toka Lepoglava, a u donjem dijelu Ludbreg.

Brojčani podaci navedenih hidroloških veličina dokumentiraju režim voda i realan su pokazatelj vodnih prilika pridravskog pojasa tekućica u Središnjoj Hrvatskoj. Iz tablice 2. se vidi da je godišnji hod svih protoka vrlo pogodan. Drava u Središnjoj Hrvatskoj raspolaže s tolikim količinama vode da može podmiriti sve korisnike, počev od hidroenergetičara preko vodoopskrbe industrije i stanovništva do plovidbe i po-

treba poljoprivrede. To je omogućeno zahvaljujući snježno-ledenjačkom režimu koji obiluje vodom u prvoj polovici toplog razdoblja. Najizrazitiji elementi snježno-ledenjačkog režima su ljetni maksimum i zimski minimum vodostaja. Jesenske velike vode dolaze manje do izražaja, dok proljetni niski vodostaji su izuzetno rijetki. Odnos između srednjih maksimalnih i srednjih minimalnih voda iznosi 1:7, što znači, da je otjecanje dosta ravnomjerno.

Tabl. 2. Tipične hidrološke veličine tekućica pridravnog pojasa u Središnjoj Hrvatskoj<sup>6</sup>

Mjerna stanica	Visina stanice u m	Pd u m/m	Q u m/m	Q-sr u m <sup>3</sup> /s	q-sr u l/s/km <sup>2</sup>	Q-maks u m <sup>3</sup> /s	q-maks u l/s/km <sup>2</sup>
Varaždin	166	1 200	674	334,0	21,4	1 750	112
Botovo	122	1 110	569	560,0	18,2	2 330	75
Mursko Sred.	157	1 005	492	170,0	15,6	—	—
Lepoglava	223	—	—	—	—	65	603
Ludbreg	147	—	—	—	—	280	515



Sl. 5. Pregled maksimalnih i minimalnih godišnjih vodostaja Drave na stanici Terezino Polje — razdoblje 1876—1963.

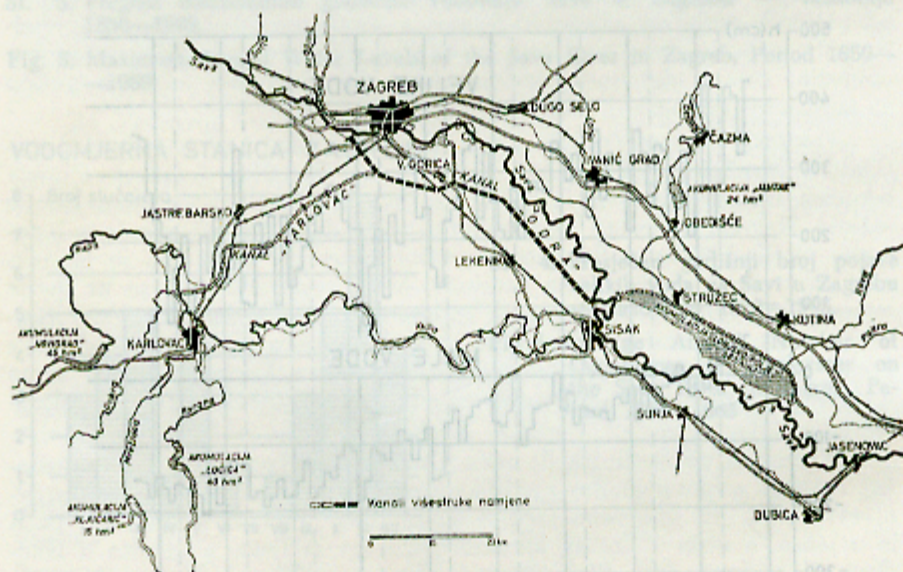
Fig. 5. Annual Maximum and Minimum Water Levels of the Drava River Measured at the Terezino Polje Station, Period 1876—1963

<sup>6</sup> D. Srebrenović, Problemi velikih voda. Zagreb 1970.

Hidrogram velikih i malih voda kod stanice Terezino Polje pored registriranih količinskih vrijednosti daje uvid i u kvalitativne promjene režima voda na ovom dijelu toka Drave u posljednjih 90 godina. Detaljnijim promatranjem sl. 5. može se uočiti postupno, ali stalno snižavanje vodostaja, što se dovodi u vezu sa sve većom intervencijom ljudi.<sup>6</sup> Antropogeni utjecaji na hidrološku situaciju su vrlo različiti. U posljednje vrijeme očituju se najviše u gradnji nasipa radi zaštite od učestalih poplava. Izgradnjom nasipa najčešće se međutim pogoršava režim visokih voda, pa se postiže redovito suprotan, dakle neželjeni učinak.

U razdoblju od 25 godina zabilježeno je 49 poplavnih voda i to 15 proljetnih i 34 jesenskih. Poseban problem javlja se kod malih voda koje otežavaju plovidbu Savom, onemogućavaju natapanje poljoprivrednih površina, dovode u pitanje opskrbu industrije potrebnom tehnološkom vodom itd. Odnos velikih prema malim vodama ukazuje jasno na taj problem.

Katastrofalna poplava Zagreba 1964. kao i kasnije poplave Siska i Karlovca bile su podsticaj urgentnijem rješavanju zaštite tih gradova od poplave. Rezultat je izrađena studija obrane od poplave Zagreba, Siska i Karlovca u okviru Direkcije za Savu u Zagrebu.<sup>7</sup> Daljnjom



Sl. 6. Kompleksno rješenje obrane od poplave Zagreba — Siska — Karlovca (prema D. Srebrenoviću)

Fig. 6. Complex Zagreb — Sisa — Karlovac Flood Control (according to D. Srebrenović)

<sup>6</sup> D. Srebrenović, Vodoprivredna problematika Drave. Prvi kongres o vodama Jugoslavije. Knj. I. Beograd 1969.

<sup>7</sup> D. Srebrenović, Obrana od poplave Zagreba, Siska i Karlovca. Direkcija za Savu — Zagreb 1968.



razradom vodoprivrednih problema proširena je ova studija i donesena su kompleksna rješenja za širi prostor u međama Središnje Hrvatske. (Vidi sl. 6.)

Kapitalni objekti prihvaćenog projekta temelje se na izgradnji akumulacija i odušnih kanala s višestrukom namjenom. Akumulacije viška voda predviđene su u dosadašnjim prirodnim retencijama: Lonjsko polje s ukupnom zapreminom 587 hm<sup>3</sup>, Mokro polje s 545 hm<sup>3</sup> i Kupčina s 222 hm<sup>3</sup> u prostoru Crne Mlake.

Povezano s akumulacijama određeni su odušni kanali. Prvi je »Sava—Odra« dužine 52 km između Zagreba i Siska. Drugi je »Lonja—Strug« dužine 105 km od Prevlake odnosno Prečnog pa do Pivare malo nizvodnije od Stare Gradiške. Treći je »Kupa—Kupa« dužine 22 km između naselja: Mahično i Donje Kupčine.



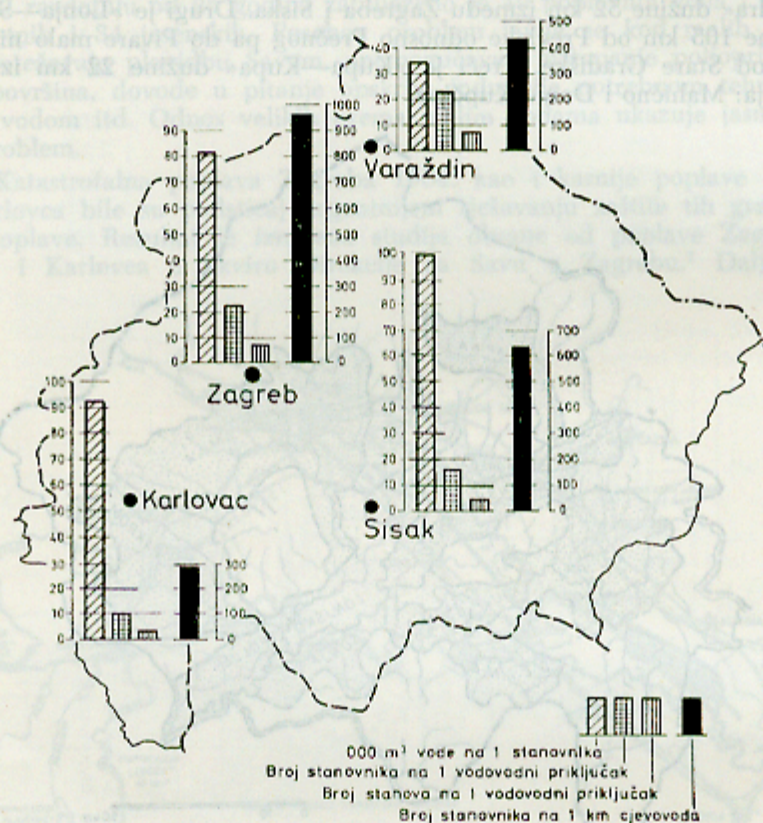
Sl. 7. Pregled hidromelioracija u porječju Save

Fig. 7. Survey of Reclamation Works in the Sava Region

Izgradnjom ključnih točaka cjelokupnog sistema obrane od poplave otvaraju se široke mogućnosti za optimalna rješenja suvremenih problema vodnog gospodarstva. Na prvom mjestu postiže se gotovo apsolutna sigurnost od poplave gradova: Zagreba, Siska i Karlovca. Realizacijom akumulacionih prostora u veličini 1 354 hm<sup>3</sup> smanjuje se osjetno maksimalni protok Save, primjerice kod Stare Gradiške od 6 900 m<sup>3</sup>/s na

3 280 m<sup>3</sup>/s i na taj način izbjegavaju neminovne katastrofe do kojih bi došlo pored Save u nizvodnim predjelima Istočne Hrvatske. Omogućava se suvremeni pristup rješavanju hidromelioracija duž glavnoga toka i pojedinih pritoka. (Vidi sl. 7.)

Odušni kanal »Lonja—Strug« može na potezu od zahvata Save kod Prevlake odnosno Prečnog pa do ušća Lonje drenirati sve močvare u porječju Črneca i Zeline, te same Lonje, dakle, ukupnu površinu od 35 000 ha. Za potpuno ostvarenje te zamisli neophodno je izgraditi spoj-



Sl. 8. Vodoopskrba stanovništva Zagreba, Varaždina, Karlovca i Siska — stanje 1968.

Fig. 8. City Water Supplies of Zagreb, Varaždin, Karlovac and Sisak (1968)

ni kanal dužine 11,5 km, koji bi međusobno povezivao Zelinu, Lonju i Glogovnicu. Onda će se trajanje poplava tih najnižih dijelova uz Savu skratiti od 200 (čak i 290 dana) na prosječno 22 dana godišnje (17 dana u hladnom i 5 dana u toplom razdoblju godine). Na taj način će se stvoriti i potrebni preduvjeti za definitivno saniranje tih potencijalno vrijed-

nih agrarnih površina. Na kraju odušni kanali se mogu koristiti u energetske svrhe i za plovidbu.<sup>8</sup>

Suvremena hidrogeografska problematika obuhvaća i vodoopskrbu. U Središnjoj Hrvatskoj razmatraju se detaljnije problemi vodoopskrbe stanovništva iz gradskih vodovoda Zagreba, Varaždina, Karlovca i Siska.

Zagreb je tipičan predstavnik vodoopskrbe na Savi, Varaždin u prirodavskom pojasu, Karlovac u pokupskom sektoru, dok je Sisak odabran kao primjer grada na Savi i Kupi, ali koji ima prirodno najnepovoljnije uvjete za vodoopskrbu.

Zagreb je hidrogeološki u najpovoljnijem položaju jer za vodoopskrbu svog stanovništva koristi neposredno izdašne i nadasve kvalitetne podzemne vode. Kod Varaždina je situacija slična jer se za potrebe pitke vode i tu iskorištavaju bogati vodonosni šljunci Drave. Karlovac koristi pretežno podzemnu (Švarča) a djelomično i izvorsku vodu (Borlin). Sisak je zbog izuzetno loših hidrogeoloških prilika prisiljen osiguravati svoje stanovništvu pitku vodu iz Kupe i to skupom preradom.

Tabl. 3. Redosljed najvećih gradova Središnje Hrvatske prema temeljnim pokazateljima vodoopskrbe — stanje 1968.

Redosljed prema količini ukupno isporučene vode u 000 m <sup>3</sup> /stanovnika		Redosljed prema broju stanovnika na 1 vodovodni priključak:	
1. Sisak	99	1. Karlovac	10
2. Karlovac	92	2. Sisak	16
3. Zagreb	81	3. Zagreb	22
4. Varaždin	36	4. Varaždin	23
Redosljed prema broju stanova na 1 vodovodni priključak:		Redosljed prema broju stanovnika na 1 km cjevovoda:	
1. Karlovac	3,0	1. Karlovac	274
2. Sisak	4,0	2. Varaždin	428
3. Zagreb	6,7	3. Sisak	629
4. Varaždin	6,8	4. Zagreb	957

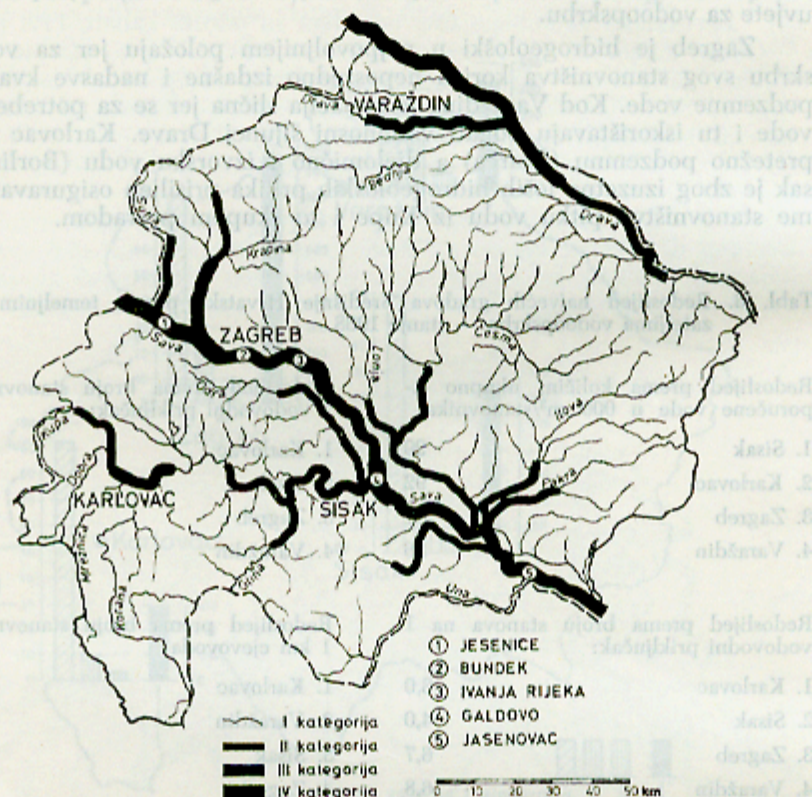
Promatrajući redosljed najvećih gradova Središnje Hrvatske prema stanju temeljnih pokazatelja vodoopskrbe 1968. godine očit je nesrazmjer između broja stanovnika i količine isporučene vode, te vodovodnih instalacija.

Karlovac je tri puta na prvom mjestu za njim slijedi Sisak. Zagreb je redovito na trećem, a prema dužini vodovodne mreže čak na četvrtom mjestu. Varaždin je tri puta posljednji, jedino prema broju stanovnika na kilometar cjevovoda je na drugom mjestu. Zanimljivo je da Zagreb kao najveće urbano žarište koje ima prirodno najpovoljnije uvjete za

<sup>8</sup> Savjetovanje o Posavini. Poljoprivredni fakultet, Zagreb 1971.

vodoopskrbu, nema odgovarajući položaj prema društvenim standardima opremljenosti s vodovodnim instalacijama i količini isporučene vode na jednog stanovnika ne samo u Središnjoj Hrvatskoj već ni u široj zajednici Jugoslavije.<sup>9</sup>

Obrađeni pokazatelji su bitni za razumijevanje vodoopskrbe stanovništva i objektivni su odraz stupnja razvijenosti tog dijela komunalne infrastrukture spomenutih gradova Središnje Hrvatske.



Sl. 9. Stanje zagađenosti glavnih tekućica — razdoblje 1965—1970.

Fig. 9. Water Pollution of the Main Watercourses (period 1965—1970)

Suvremeno doba karakterizira snažan i brz tehnički razvitak gotovo na svim poljima ljudske djelatnosti što je praćeno povećanom industrijalizacijom i sve jačom koncentracijom stanovanja u gradskim naseljima, a s tim u vezi i sve znatnijim potrebama za vodom. Daljnji procesi bilo na polju materijalne proizvodnje ili rekreacije društva još više potiču potrebu za količinom, a i kvalitetom vode.

<sup>9</sup> J. Riđanović, Opskrba vodom grada Zagreba. Geografski glasnik No 26. Zagreb 1964.

Svjedoci smo velikih zahtjeva za čistom vodom, ali i prekomjernih zagađivanja postojećih voda do opasnih razmjera.<sup>10</sup> Cijelo društvo je suočeno s tom problematikom i već su donešene značajne mjere za saniranje teških situacija. U ta nastojanja uključila se i Jugoslavija donošenjem Osnovnog zakona o vodama 1965. godine. Tako počinju i kod nas sistematska i jedinstvena ispitivanja kvantitativnih i kvalitativnih promjena voda, usklađena prema međunarodnim standardima.

Poslije osnovnog zakona donešene su i druge odredbe o korišćenju voda među kojima su najvažnije: Uredba o klasifikaciji voda te Kategorizacija tekućica i obalnog mora. Temeljni pokazatelji za klasifikaciju voda su: O<sub>2</sub> (Otopljeni kisik), BPK-5 (Biokemijska potrošnja kisika u 5 dana), Suspendirane tvari, Stupanj saprobnosti prema Liebmannu i NBK (najvjerojatniji broj koliformnih klica).

Granične vrijednosti pojedinih indikatora određene su tablicama u okviru zakonskih odredbi o klasifikaciji voda. Za određivanje boniteta voda na kopnu korišten je usvojeni prijedlog Saveznog sekretara za vodoprivredu, koji obuhvaća četiri stupnja gradacije zagađenosti.<sup>11</sup>

Tabl. 4. Zagađenost Save na osnovi početnih istraživanja prema službenoj kategorizaciji tekućica<sup>12</sup>

Mjesta mjerena	O <sub>2</sub>	BPK—5	Suspendirane tvari	Stupanj saprobnosti	NBK
Jesenice	III	III	IV	III	III
Zagreb (Bundek)	II	II	III	III-II	II
Ivanja Rijeka	IV	III	IV	IV-III	III
Galdovo	IV	II	III	III	III
Jasenovac	III	I	III	II	II

Nizvodno od ušća Sutle, preciznije kod mjesta Jesenice, vode Save su vrlo nečiste još od ispuštenih zagađenja industrije i naselja iz Slovenije. Kroz Zagreb, točnije na Bundeku, situacija je neznatno povoljnija, ali kod Ivanja Rijeke to jest na kolektoru zagrebačke kanalizacije izmjerena su najveća zagađenja. U regiji Zagreba Sava je zbog toga prikladna za prihvrat otpadnih voda eventualno za plovidbu i hidroenergetiku.<sup>13</sup>

Prema Sisku Sava ima veći pad i brže teče pa su mogućnosti samo-prečišćavanja dosta velike što potvrđuju podaci mjerenja na profilu Gal-

<sup>10</sup> V. Jereminov, Zaštita voda od prekomernog zagađivanja. Prvi kongres o vodama Jugoslavije. Knj. I. Beograd 1969.

<sup>11</sup> C. Božić, Kvalitet površinskih voda Jugoslavije. Prvi kongres o vodama Jugoslavije. Knj. I. Beograd 1969.

<sup>12</sup> Zakonske odredbe o vodama: Klasifikacija voda i Kategorizacija voda.

<sup>13</sup> M. Petrik, Zaštita voda. Prvi kongres o vodama Jugoslavije. Knj. I. Beograd 1969.

dovo. Vidi Tab. 4. Ispuštanjem gradske nečistoće i otpadnih voda industrije u Sisku Sava se ponovno pogoršava, da bi regenerirala opet prema Jasenovcu. To je očito prema utvrđenoj količini BPK-5, saprobiološkom nalazu i broju koliformnih klica na hidrometrijskom profilu Jasenovac.

U savskom dijelu tekućica Središnje Hrvatske vršena su još mjerenja na Lonji, Ilovi i Česmi, te Odri. Sve te rijeke u izvorišnom dijelu su vrlo čiste da bi nizvodnije ovisno o koncentraciji industrije i naselja bile zagađenije.

U pokupskom sektoru Kupa je najzagađenija i to nizvodno od Šišinca prema Sisku i u dijelu toka karlovačke aglomeracije. Korana, Mrežnica, Dobra i Glina, pritoci Kupe iz krškog kraja, imaju još uvijek dosta čistu vodu.

U pridravskom pojasu Mura je zagađenija od Drave i to toliko da su joj vode na ulazu u prostor Središnje Hrvatske degradirane do četvrte klase. Opća zagađenost na Dravi još nije kritična, ali pojave fenola su sve češće prisutne u mjerenjima duž cijeloga toka. Bednja, Plitvica i Gliboki Potok imaju relativno čistu vodu.

Iako su predočeni podaci rezultirali iz vremenski kratkog razdoblja (svega 5 godina sistematskih opažanja) i malog broja obrađenih profila uz sve ostale početne nedostatke vrlo su zabrinjavajući i zahtijevaju neophodnu primjenu zakonskih odredbi.

**Zaključak:** Hidrogeografske značajke obuhvaćaju pregled sadržaja voda i njihovu valorizaciju. Na temelju analize karakterističnih hidroloških veličina prostor Središnje Hrvatske hidrografski se diferencira u Savski dio koncentričnog otjecanja i pridravski pojas.

Sava je glavna tekućica jer ima centralni položaj i svojim brojnim pritocima presudno utječe na cjelokupno otjecanje odvodnjavajući čak 93,6% Središnje Hrvatske. Od ušća Sutle do ušća Une karakterizira Savu donekle izmjenjeni kišno-snežni režim i to od modificiranog srednjeevropskog varijeteta do umjereno sredozemnog tipa. Na tom dijelu uzdužnog profila Sava poprima sve izrazitije značajke nizinske rijeke, ali relativno naglo poslije neposrednog kanjenskog uzvodnog dijela. Hidromorfološki prelaz iz brdovitog u nizinski dio i klimatske nestabilnosti u posljednjem desetljeću uz nereguliranu hidrografsku mrežu glavni su razlozi velikih i učestalih poplava rijeke Save i njenih pritoka u Središnjoj Hrvatskoj. Poslije katastrofalnih poplava 1964. i 1965. g. donešena su kompleksna rješenja, koja se temelje na izgradnji akumulacionih prostora i odušnih kanala. Ključne točke prihvaćenog projekta već se ostvaruju, primjerice na kanalu »Sava—Odra« između Zagreba i Siska od ukupno 52 km već je izgrađeno 30 km odušnog kanala. Na taj način otvaraju se široke mogućnosti za optimalna rješenja i ostalih suvremenih problema vodnog gospodarstva, kao hidromelioracije, hidroenergetiku, hidronavigaciju, vodoopskrbu itd.

U pridravskom pojasu Središnje Hrvatske Drava i Mura su pretežno granične rijeke koje odvodnjavaju tek 6,4% ukupnog prostora. Značajno je da obadvije tekućice imaju snježno-ledenjački režim pa im je godišnji hod svih protoka relativno povoljan za različite potrebe vodnog gospodarstva.

Sve veće korištenje voda nažalost pospješuje i njihovo jače zagađivanje. Zahvaljujući donošenju Osnovnog zakona o vodama, kao i niza drugih pravnih odredaba omogućeno je ipak utvrđivanje stupnja zagađenosti glavnih tekućica. Prikupljeni podaci početnih sistematskih istraživanja dali su porazne rezultate i podsjetili mjerodavne još jednom na važnost rigorozne provedbe zakonskih mjera.

### Summary

#### HYDROGEOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF CENTRAL CROATIA

by

Josip Riđanović

The Central Croatian space is hydrographically differentiated into the Sava belt with concentric drainage areas, and the Drava belt, on the basis of the analysis of characteristic hydrologic variables.

The Sava is the most important watercourse because it has a central position and with its numerous tributaries influences the complete drainage by draining fully 93.6% of Central Croatia. The Sava is characterized, from the mouth of the Sutla to the mouth of the Una, by a somewhat varied rain and snowfall régime, namely, from a modified Central European variety to a moderate Mediterranean type. In this part of the longitudinal profile the Sava acquires characteristics of a lowland river, relatively abruptly after the upstream canyon portion. The hydro-morphologic transition from the mountainous into the lowland portion, the climatic instability in the last decade plus the unregulated hydrographic network are among the chief reasons for the great and frequent flooding of the Sava and its tributaries in Central Croatia. After the catastrophic floods in 1964 and 1965, complex projects have been prepared, based on the construction of accumulation basins and outlet canals. The key-points of the accepted project are already under construction, e. g. the canal »Sava—Odra« between Zagreb and Sisak. Of the planned 52 km of outlet canal, 30 km have been completed. Optimum solutions for some other contemporary problems of the hydro economy will be provided as well, among them land reclamation, hydro-electric plants, hydro navigation, water supplies etc.

In the Drava belt of Central Croatia, Drava and Mura are for the most part merely border rivers which drain only 6.4% of the region. It is significant that both watercourses have a snow-glacial régime, so that the annual flow of all watercourses is relatively favourable for various needs of the hydro-economy.

The increasing exploitation of water brings about, unfortunately, increasing pollution. As the result of the implementation of the Basic Law on Waters and a whole series of other legal regulations it is possible now to examine the extent of pollution of the major watercourses. The data provided by the initial systematic research showed alarming results and reminded the responsible bodies of the need for a more rigorous application of legal measures.