

DINAMIKA HIDROKEMIJSKIH DETERMINANTI RIJEKE SAVE OD JASENOVCA DO SLAVONSKOG BRODA U 1978 GODINI

Dynamics of hydrochemical determinants of the Sava River from Jasenovac to Slavonski Brod in 1978.

VIDA JUNG

Rep. hidrometeorološki zavod SRH, Zagreb

Primljeno 23. ožujka 1989, u konačnom obliku 19. svibnja 1989

Sažetak: Prikazana je korelacijska veza kemijskih, hidroloških, pedoloških i meteoroloških karakteristika rijeke Save. Razmatran je kvalitet vode rijeke Save pod utjecajem onečišćenja vodotoka lijevih i desnih pritoka Save. Dobiveni podaci iz simultanih analiza rijeke Save koriste se za određivanje samopročišćenja (autopurifikacije) vodotoka zimi i ljeti u 1978. godini. Svrha ovoga rada je da se dobije uvid u pravo stanje vodotoka s jakim meandrima, snažnom turbulencijom, osjetljivom promjenom brzine strujanja te jakom dinamikom onečišćenja. Uzorkovanje je vršeno simultano i to tako da su se sinhronizirano vršila mjerenja kroz 3 do 4 dana.

Ključne riječi: simultana analiza, autopurifikacija, meandar, turbulencija, sinhronizacija.

Abstract: The correlation between chemical, hydrological, pedological and meteorological characteristics of the Sava River is presented. This paper discusses the Sava River water quality under the influence of pollution from the Sava's left and right tributaries. Data obtained from simultaneous analysis of the Sava River was used for determination of autopurification of the water during the winter and summer seasons of 1978. The purpose of this work was to obtain an understanding of the actual situation concerning the river with a strong meandering and turbulence sensitive to changes of velocity stream and with strong pollution dynamics. Sampling was done simultaneously so that synchronized measurements were performed during three to four days.

Key words: Sava River water quality, autopurifications, simultaneous analysis of Sava's water

1. UVOD

U ovom radu obrađena je dinamika hidrokemijskih determinanti rijeke Save od Jasenovca do Sl. Broda u 1978. godini sa dvije simultane analize.

S obzirom da su simultane analize izvođene i razmatrane u cilju određivanja kompleksnih promjena kvalitete vode rijeke Save uslijed dotoka lijevih i desnih pritoka u zimskim i ljetnim uvjetima, u zimi je bila simultana analiza od 16/19. 1. a u ljeti od 29.8/1. 9. 1978. godine.

U mezozoiku sliv Save prekrivalo je more Tetis, na čijem su se dnu nagomilali slojevi stijena uglavnom krečnjaci i dolomiti. Dolina donjeg toka Save je aluvijalna ravnica, koja je od Jasenovca širine 16 km, kod Stare Gradiške 4 km a kod Slavonskog Broda 12 km.

U samoj dolini rijeke Save sudjeluju kvartarne, pliocenske i oligocenske naslage. Klima u dolini Save je humidna. U nizvodnom toku Sava stvara mnogo meandera. Korito je vodopropusno porozno i prolazi kao glavna arterija kroz aluvijalne naslage.

2. Karakteristike lijevih i desnih pritoka rijeke Save

2.1. Desne pritoke koje smo promatrali

Una je velikim dijelom granična rijeka. Izvire u brdima Plješivice. Korito Une se probija uskom dolinom kanjona do ušća u Savu. Geološku podlogu najvećeg sliva čine lapori, pješčenjaci i razni konglomerati. U početku gomilaju se velike količine nanosa iz okolnih brda i uzrokuju nepravilan tok, zatrpavanje i meandriranje njenog toka.

Jablanica je bujični vodotok, koji se direktno ulijeva u Savu a nalazi se u SR Bosni i Hercegovini između rijeke Une i Vrbasa. Geološku podlogu većeg dijela čine pijesak, šljunak i glina te lapor i laporasti vapnenac.

Vrbas se probija od izvora do Banja Luke a od Banja Luke nizvodno protiče ravničarskim područjem sve do ušća u Savu. Geološku podlogu čine razne vrste škriljevca, lapora i gline.

Ukrina je područje koje se nalazi na brdovitom terenu. Geološku podlogu čine serpentin, koji je na brdovitim mjestima gdje se ogoljen raspada pod djelovanjem atmosferilija.

2. 2. Lijeve pritoke koje smo promatrali

Veliki Strug U ovaj sliv ulaze bujični vodotoci, lijevi pritoci kanala Veliki Strug, koji skuplja vode sa južnih padina Novske i okolnih brda. Taj sliv se prostire na potezu od sela Lipovljani do Okučana. Geološki sastav spomenutih obronaka Psunja čine mladi sedimenti kvar-tara i pliocena. U dolinskom dijelu sliva u nizini to su većinom obradiva zemljišta, dok je veći dio pod udarom poplavnog područja Save.

Sloboština (Mali Strug) Pritoci što sačinjavaju Sloboštinu slijevaju se sa južnih padina Psunja. Često su vrlo strmih nagiba i prolaze terenom, koji je podložan erozionom djelovanju atmosferilija. Geološka podloga sastavljena je od gnajns škriljevaca, vapnenaca i pješčenjaka. U samom slivu ima dosta devastiranih šuma pa i golih površina.

Rešetarica spada u bujice, prolazi kroz gusto naseljen kraj te poplavljuje njive i oranice. Kod sela Rešetara uljeva se u Savu. To je sliv koji je izduženog oblika sa razgranatom mrežom strmih i bujičnih vodotoka, koji se slijevaju niz padine Psunja. Geološki sastav sačinjavaju vapnenci, lapori i škriljevci dok u nizinskom dijelu čine naslage šljunka, pjeska i gline. Može se reći da prolazi i ugrožava samo naselje Novu Gradišku.

Orljava je najduža i najveća lijeva pritoka Save. Izvire na obroncima Psunja, Papuka i Krndije. Orljava je glavni otplavni recipijent za sve vodotoke Požeške kotline. Kod Pleternice zaokreće prema jugu. Klima je u tom području humidna. U slivu su razvedene doline okolnih brda tako da nailazimo na procese dubinskih erozija. Geološki sastav Požeške gore sastavljen je od naslaga oligocena laporne gline, čak možemo reći da se nailazi na vrtače

kraškog karaktera. U Savu se ulijeva kod Slavanskog Kobaša.

Mrsunja je glavni otplavni recipijent Jelas Polja. Pro-teže se centralnim dijelom područja od Oriovca do Sla-vanskog Broda, gdje se ulijeva u Savu. Geološku podlogu čine tvorevine tercijara u višim predjelima, dok diluvij i aluvij susrećemo samo u nižim predjelima. U ovom slivu nema otvorene površinske erozije, nego samo pojava linearne erozije. Štete nastaju uslijed naglog slijevanja oborinskih voda i odnošenjem nanosa u lateralni kanal, gdje se brže taloži te nastaje zamuljenje.

3. Obrada i ispitivanje kemijskih rezultata simultanih analiza izrađenih u zimskom periodu od 16/19. 1. kao i 29. 8 /1. 9. 1978 godine.

Ispitivanja su vršena u sektoru rijeke Save od Jasenovca do Slavanskog Broda dugom 146,5 km, u okviru kojeg su odabrane slijedeće dionice kao i profili. Sinhronizacija uzimanja uzoraka vrše se sa velikom točnošću ukoliko je svaka dionica vrlo kratka.

Profili su:

Jasenovac – Gradiška	50,3 km
Gradiška – Davor	37,9 km
Davor – Kobaš	26,0 km
Kobaš – Dobočac	14,9 km
Dobočac – Sl. Brod	17,4 km
	146,5 km

Situacioni nacrt rijeke Save dan je na sl. 1.

Sl. 1. Situacioni nacrt rijeke Save od Jasenovca do Slavanskog Broda u duljini od 146,5 km.

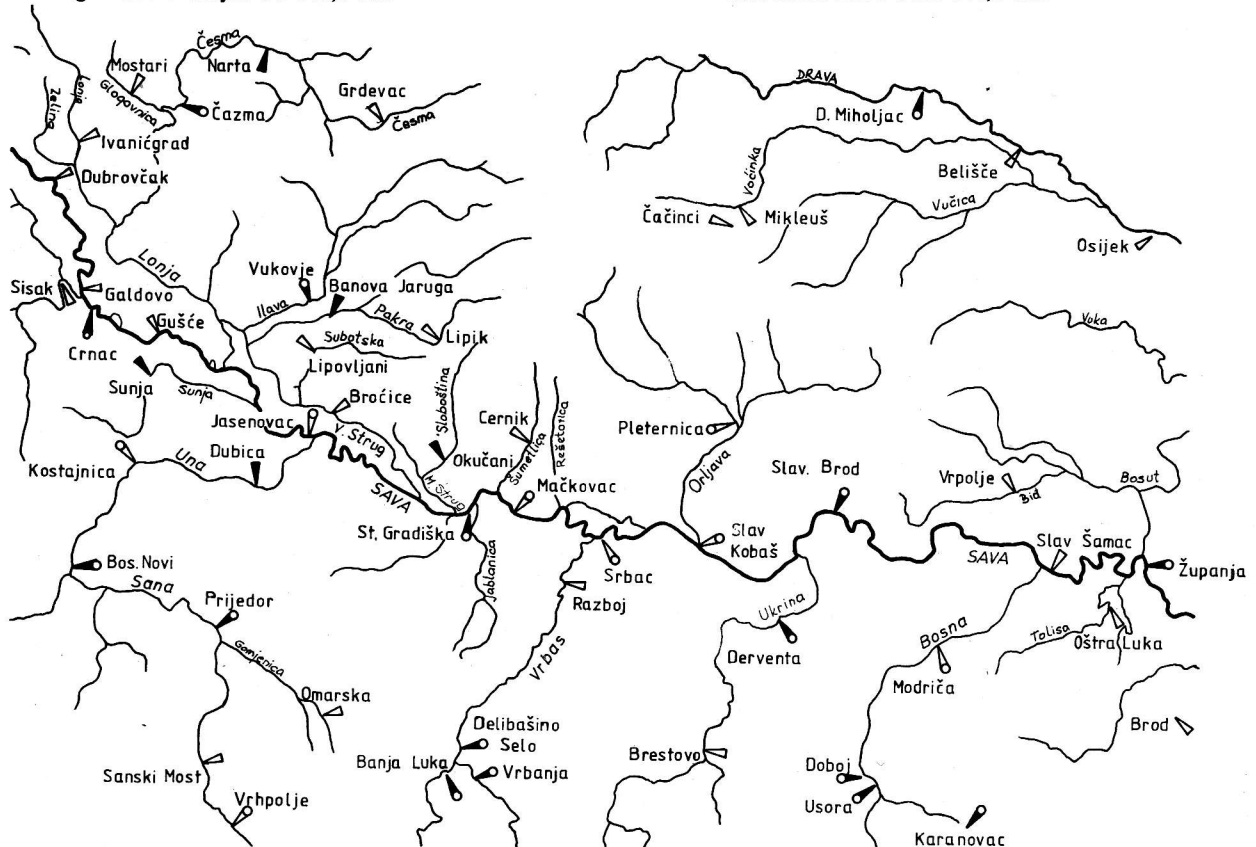


Fig. 1. Situation plan of the River Sava from Jasenovac to Slavski Brod from 146,5 km.

Simultano praćenje promjena kvalitete vode veće trajnosti može se vidjeti iz ovog segmenta. Uzeli smo baš dio Jasenovca – Sl. Brod sa utjecajem lijevih i desnih pritoka. Oborinska voda ima mnogo udjela u tome, jer su ona posredni parametar, koja unosi nečistoće iz same atmosfere te sa površine zemljišta kojeg ispiru.

Oborine utječu na temperaturu vodotoka kao i na koncentraciju kisika i prisutnost organske tvari, kao i na suspendiranu tvar.

Protoka je direktno ovisna o oborinama a ujedno utječe i na koncentraciju pojedinih reaktanata.

Pritoci koji ulaze u vodotok djeluju na kemizam promatranog vodotoka, tako da su rezultati parametara koncentriraniji. Osim toga velik je utjecaj čovjeka na vodotok (širenje urbanih sredina, industrijalizacije, poljoprivrede, te sve što je pod utjecajem volje čovjeka.)

Stoga je vrlo važno da se uzima u odabir manje kemijskih parametara a ne svi.

Da bi se dobio potpuniji tok autopurifikacije, vršena su sinhronizirana mjerenja, te je za to najbolje uzeti ove determinante: utrošak KMnO_4 , BPK_5 , O_2 , NO_3^- , NH_4^+ , ukupni PO_4^{3-} i pH vrijednost.

Voda koja sadrži organske i neorganske tvari ljudskog i životinjsko i biljnog porijekla utrošiče određenu količinu KMnO_4 na njihovu oksidaciju.

Kisik se nalazi otopljen u vodi. Dolazi iz atmosfere apsorpcijom, te padom temperature i porastom pritiska njegova količina raste uslijed valova i kapljica. Izvor kisika može biti i u procesu fotosinteze, koja se vrši pod utjecajem klorofila i razmnožavanjem modrozelenih algi. Biokemijska potrošnja kisika nakon pet dana označava količinu kisika u površinskim vodama, koja se utroši u procesu razaranja organskih tvari pod djelovanjem aerobnih bakterija.

Biokemijska potrošnja kisika određuje se metodom po Winkleru. Dobiva se iz razlika koncentracije otopljenog kisika u trenutku uzimanja uzorka i koncentracije otopljenog kisika nakon pet dana. Uzorak se pohranjuje na $293,15^\circ\text{K}$ u tami u vodenom termostatu.

Određivanje pH vrijednosti vrši se potenciometrijski pomoću pH – metra sa točnošću od $0,02^{\pm}$ mV. Možemo reći da se pH vrijednost mjeri od 0 – 14 na skali, te da je elektroda uvijek napunjena do oznake sa zasićenom otopinom KCl. Nitrati su krajnji proizvod oksidacije dušikovih proizvoda. Ako ih ima u velikim količinama, mogu ukazati da je to zagađenje od zemlje. Međutim, može se reći da su oni nastali u ranijoj geološkoj formaciji. Ukoliko je tako može se objasniti da njihovo prisustvo nije štetno.

Amonijak se nalazi u vodi u obliku soli klorida, karbonata i sl. No ukoliko ga ima u vodi mnogo, on tada potječe od huminskih tvari ili je redukcionni proizvod.

Fosfati služe za eutrofikaciju, te govorimo da su i nepoželjni zato se oni izbacuju iz detergenata, koji su škodljiviji za vodotok. Eutrofne su one vode koje sadrže mnogo hranljivih tvari i da im je zato bogata organska produkcija. (Eu = dobar, trophos = hranljiv). Kalcij nam ukazuje na tvrdoću vode i to karbonata CaCO_3 .

Nakon uzimanja potrebnog broja uzoraka na profilima na rijeci Savi i pritokama izvršeno je registriranje promjena vodostaja i pritoka na tri karakteristična profila, tj. Ja-

senovcu, S.Gradiški i Sl. Brodu i na osnovu konsumpcionih krivulja određene su protoke (Qh diagram). Iz ustanovljenih podataka hidrološke situacije za vrijeme simultane analize vidi se da je uzimanje uzoraka provedeno za vrijeme slabog vodnog vala sa karakteristikama navedenim u izvještaju za pet profila rijeke Save (Crnac, Gradiška, Davor, Kobaš i Sl. Brod).

Općenito znamo da utjecaj na vodotok imaju one oborine koje padnu na priobalno područje jer one stvaraju u vodotoku veće ili manje vodne valove. U proljeće i jesen prevladavaju velike vode, dok u zimi i ljeto prevladavaju manje i male vode sa smanjenim učešćem vodnih valova. Osobine tih vodnih valova su takove da u prvoj trećini vodnog vala, tj. kod stvaranja vodnog vala dolazi do pojave turbulentnog gibanja vodnih masa i stvaranja pomicanja mase suspendiranih čestica.

U drugoj trećini vodnog vala stvara se čelo vala s najvećom energijom i turbulencijom gibanja vode. U zadnjoj trećini vodnog vala dolazi do smirivanja turbulencije i taloženja suspendiranih tvari.

Kod simultanih analiza potrebno je da se izvrši ustanovljavanje protoka vode u pojedinim profilima, zato jer u prirodi postoje rijetko uvjeti za stacionarno tečenje.

4. METODE RADA

Vršene su analize otopljenog kisika u vodi, utroška KMnO_4 , BPK_5 (biokemijska potrošnja kisika nakon 5 dana), suspendirana tvar i koncentracija iona Ca u vodi. Osim toga vršeno je određivanje pH vrijednosti, NH_4^+ , NO_3^- i ΣPO_4 .

– Biokemijska potrošnja kisika se određuje metodom po Winkleru. Dobiva se iz razlike koncentracije otopljenog kisika u trenutku uzimanja uzorka i koncentracije otopljenog kisika nakon pet dana. Uzorak se pohranjuje u vodenom termostatu na $293,15^\circ\text{K}$. Uzimaju se tri bočice od $0,1 \text{ dm}^3$. U svaku se stavi uzorak vode, dok se uzorku na terenu doda $0,5 \text{ cm}^3$ otopine MnCl_2 kao i $0,5 \text{ cm}^3$ alkalne otopine kalijeva jodida. U prisutnosti mnogo kisika talog je mrke boje. Talog se otapa u koncentriranoj sumpornoj kiselini titrira s $0,01$ otopina $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ uz indikator škrob do svijetlo modre boje, s tim da se titrira potpuno do točke ekvivalencije (do obezbojenja).

– pH vrijednost je mjerena pomoću pH-metra.

– Kalcij se određuje kompleksometrijski. Uzme se $0,05 \text{ dm}^3$ uzorka vode otopina zaluži 8% -tnom NaOH (pH~12) uz indikator murexid i titrira se s $0,01 \text{ M}$ $\text{Na}_2 \text{ EDTA}$. Prelaz boje je iz ružičaste u kardinal ljubičastu boju, odnosno do točke ekvivalencije.

– Određivanje suspendirane tvari vrši se tako da se pripremljeni izvagani filter papir stavi u lijevak za brzu filtraciju. U litrenu menzuru stavi se do oznake da uzorak stoji dva dana. Nakon toga uzorak se profiltrira kroz filter papir plave vrpce i ostavi da stoji te se pusti da se filter papir osuši i nakon sušenja se važe u termostatu na temperaturi od $378,15^\circ \text{K}$. Razliku punog i praznog filter papira daje nam suspendiranu tvar u mg/dm^3 . Određivanje utroška KMnO_4 po Kübellu, vrši se tako da se uzima $0,1 \text{ dm}^3$ uzorka vode. Voda se zakiseli sa otopinom sumporne kiseline (1:3) radi otklanjanja organske tvari. Doda se otopina $0,01 \text{ N}$ KMnO_4 i kuha deset minuta. Nakon toga stavlja se $0,01$ otopina $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ do obezbojenja. Retitracijom sa $0,01\text{N}$ otopinom KMnO_4 , dobiva se utrošak pomnožen sa određenim faktorom. Ujedno se određuje i titar $0,01\text{N}$ otopine KMnO_4 .

Tabela 1. Rezultati analiza pritoka od 16–19. 1. 1978. god.

Table 1. Results of analysis of tributaries from 16–19. 1. 1978.

Naziv pritoke	O ₂ mg. dm ⁻³	BPK ₅ mg. dm ⁻³	KMnO ₄ mg. dm ⁻³	susp. tvar mg. dm ⁻³	Ca mg. dm ⁻³	NH ₄ ⁺ Nmg. dm ⁻³	NO ₃ ⁻ Nmg. dm ⁻³	pH	ΣPO ₄ ⁻³ filtrat mg. dm ⁻³
Veliki Strug	9,7	3,0	27,6	23,0	59	0,79	3,1	7,1	0,110
Mali Strug	9,8	3,5	26,0	20,0	63	0,79	3,1	7,3	0,120
Jablanica	9,8	4,0	25,0	20,0	61	0,795	3,2	7,25	0,120
Rešetarica	9,8	2,5	24,0	14,0	68,5	0,32	3,0	7,75	0,130
Orljava	9,7	6,0	26,3	9,5	70,0	0,31	3,0	8,50	0,100
Ukrina	10,0	2,0	25,0	8,5	67,0	0,30	1,4	8,25	0,170
Mrsunja	10,0	1,5	24,5	9,0	64,0	0,24	1,9	7,75	0,160
Una	7,6	3,0	20,7	10,1	33,0	0,23	1,4	7,70	0,190
Vrbas	9,5	9,9	47,0	18,0	73,0	0,14	3,7	8,2	0,025

Sl. 2. Rijeka Sava- simultana analiza 16–19. 1. 1978. promjene koncentracija iona Ca, KMnO₄, suspendirane tvari, O₂, BPK₅, na sektoru Jasenovac – Sl. Brod.

Sl. 3. Rijeka Sava – simultana analiza 16–19. 1. 1978. promjene pH vrijednosti i koncentracija iona NH₄⁺, NO₃⁻ i ukupni PO₄⁻³ (filtrat) na sektoru Jasenovac – Sl. Brod.

Fig. 2. River Sava – simultaneous analysis 16–19. 1. 1978. change of concentration ion Ca, KMnO₄, suspended matter, oxygen, BPK₅, on the section of Jasenovac – Sl. Brod.

Fig. 3. River Sava – simultaneous analysis 16–19. 1. 1978. change of pH value and concentration ionum emonium, nitrate and total phosphorus (filtrate) on the section of Jasenovac – Slavonski Brod.

RIJEKA SAVA – SIMULTANA ANALIZA 16.1./19.1.1978.
 PROMJENE KONCENTRACIJA IONA Ca, KMnO₄, SUSP. TVARI
 O₂ i BPK₅ NA SEKTORU JASENOVAC – BROD (146,5)

RIJEKA SAVA – SIMULTANA ANALIZA 16.1./19.1.1978.
 PROMJENE pH VRIJEDNOSTI I KONCENTRACIJA IONA NH₄⁺
 NO₃⁻ i Σ PO₄⁻³ (FILTRAT) NA SEKTORU JASENOVAC – BROD (146,5)

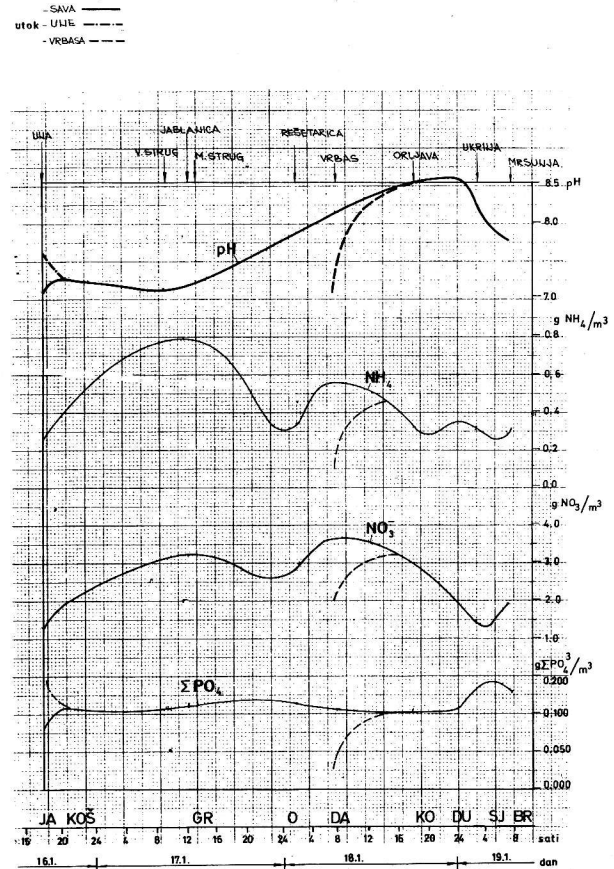
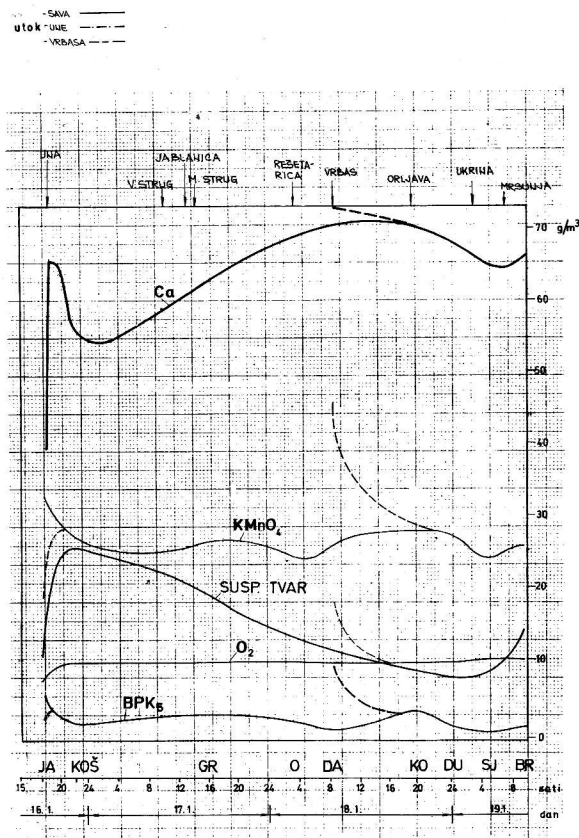


Tabela 2. Rezultati analiza pritoka od 29. 8.–1. 9. 1978. god.

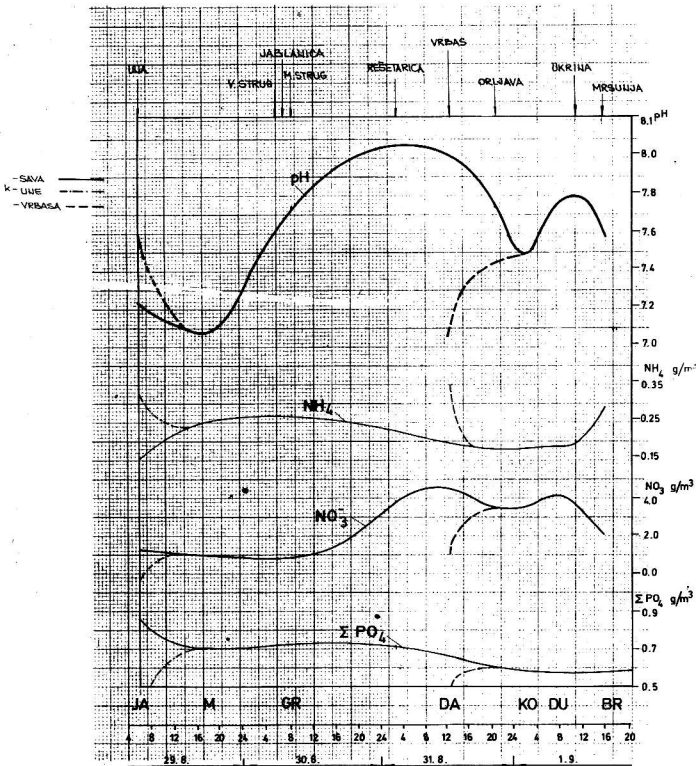
Table 2. Results of analysis of tributaries from 29. 8.–1. 9. 1978.

Naziv pritoke	O ₂ mg. dm ⁻³	BPK ₅ mg. dm ⁻³	KMnO ₄ mg. dm ⁻³	susp. tvar mg. dm ⁻³	Ca mg. dm ⁻³	NH ₄ ⁺ Nmg. dm ⁻³	NO ₃ ⁻ Nmg. dm ⁻³	pH	ΣPO ₄ ⁻³ filtrat mg. dm ⁻³
Veliki Strug	5,0	2,0	38,0	8,0	71	0,26	0,80	7,6	0,72
Mali Strug	4,9	2,5	37,2	16,2	71,5	0,25	0,90	7,74	0,72
Jablanica	4,8	2,0	38,0	8,0	71	0,25	0,90	7,68	0,73
Rešetarica	5,6	1,5	38,0	33,7	72,0	0,20	3,8	8,03	0,72
Orljava	5,0	2,0	39,0	40,3	71,0	0,17	3,6	7,74	0,59
Ukrina	4,99	2,1	38,5	40,5	72,0	0,19	3,7	7,80	0,58
Mrsunja	5,70	2,0	39	96,1	71	0,27	2,4	7,62	0,58
Una	7,3	3,6	67,4	3,58	75	0,32	0,68	7,6	0,50
Vrbas	10,0	6,7	134,6	16,2	71,5	0,34	1,0	7,3	0,50

SI. 4. Rijeka Sava – simultana analiza 29. 8.–1. 9. 1978. promjene koncentracija iona Ca, KMnO₄, suspendirane tvari, O₂, BPK₅ na sektoru Jasenovac – Sl. Brod.

Fig. 4. River Sava – simultaneous analysis 29. 8.–1. 9. 1978 change of concentration ionum Ca, KMnO₄, suspended matter, oxygen, BPK₅ on the section of Jasenovac – Sl. Brod.

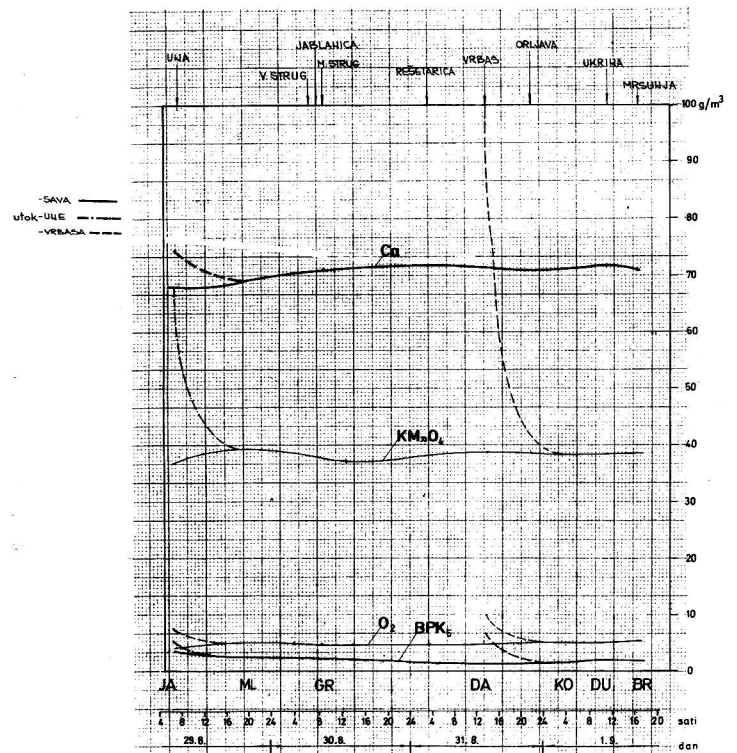
RIJEKA SAVA – SIMULTANA ANALIZA 29.8./1.9. 1978.
PROMJENE pH VRIJEDNOSTI I KONCENTRACIJA IONA NH₄⁺, NO₃⁻ I Σ PO₄⁻³ (FILTRAT) NA SEKTORU JASENOVAC-BROD (1465)



SI. 5. Rijeka Sava – simultana analiza 29. 8.–1. 9. 1978. promjene pH vrijednosti i koncentracija iona NH₄⁺, NO₃⁻ i ukupni PO₄⁻³ (filtrat) na sektoru Jasenovac – Sl. Brod.

Fig. 5. River Sava – simultaneous analysis 29. 8.–1. 9. 1978 change of pH value and concentration ionum ammonium, nitrate, and total phosphorus (filtrate) on the section of Jasenovac – Sl. Brod.

RIJEKA SAVA – SIMULTANA ANALIZA 29.8./1.9. 1978.
PROMJENE KONCENTRACIJA IONA Ca, KMnO₄, SUSP. TVARI O₂ I BPK₅ NA SEKTORU JASENOVAC-BROD (1465)



NH_4^+ i NO_3^- – određuje se metodom po Helligè-u

Ukupni fosfati određivani su iz (filtrata) spektrofotometrijskom metodom »molibdenskog modrila«. Apsorbancija je mjerena na valnoj duljini od 690 nm.

U cilindar s ubrušenim čepom od 0,1 dm³ stavi se uzorak vode koji nema boje ni mutnoće, doda se 4 cm³ amonijeva reagensa i 10 kapi otopine stano klorida. Usporedo se radi i slijepa proba. Nakon jedne minute čeka se da se razvije boja i mjeri apsorbancija.

5. ZAKLJUČAK

U zimskom razdoblju na dionici od utoka Une u Savu do utoka Velikog Struga dolazi do pada vrijednosti KMnO_4 , BPK_5 . Slične promjene samo manjeg intenziteta zbivaju se sa pH vrijednosti dok NH_4^+ i NO_3^- pokazuju lagani porast. Koncentracija kisika na cijelom istraživanom sektoru zadržava gotovo do konstantne vrijednosti cca 10mg.dm⁻³, što je rezultat niskih temperatura vode i visoke turbulentnosti Save.

Nakon utoka Velikog Struga, Jablanice i Malog Struga dolazi do manjeg porasta KMnO_4 i BPK_5 dok NH_4^+ i NO_3^- pokazuju znatniju vrijednost. Vrijednosti pH pokazuju tendenciju rasta nakon utoka Orljave, raste do pH 8,5 dok su ostali parametri u padu. Fosfatne vrijednosti na cijelom sektoru ne pokazuju neke veće promjene izuzev nakon utoka Ukrine.

U razdoblju od 29. 8/1. 9. 1978. simultane analize ukazuju na vrlo velike oscilacije pH vrijednosti na cijelom istraživanom potezu, a visoke vrijednosti dostižu se nakon utoka Rešetarice. BPK_5 vrijednosti su prilično niske u odnosu na KMnO_4 , što može biti uvjetovano prisustvom nekog inhibitora bakteriološke aktivnosti. Koncentracija kisika niža je nego u zimskom periodu i zadržava konstantne vrijednosti tokom cijelog istraživanog sektora. Amonijeve vrijednosti pokazuju manje oscilacije u odnosu na zimsko razdoblje i nešto veći porast nakon utoka Mrsunje, a koncentracija se nitrata povećava nakon utoka Vrbasa i Ukrine. Prema tome, promatrajući krivulje grafičkih prikaza ispitivanih parametara, može se uočiti da u oba vremenska razdoblja pritoke Save imaju snažne autopurifikativne procese, koji se uočavaju od dionice do dionice.

LITERATURA

- American Public Health Association, 1965: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 12th Edition, American Public Health Association, Inc. New York, 769 pp.
- Biblioteka Saveznog Zavoda za zdravstvenu zaštitu 10, Standardne metoda za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje voda, 1961: »Slobodan Jović«, Beograd, 108 str.
- Cvijić, J, 1926: Osnove za geografiju i geomorfologiju, Beograd, M. Sladekovića XXXV + 131 str.
- Fachgruppe Wasserchemie, 1982: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-Abwasser und Schlamm Untersuchung, Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel.
- Herjavec, D, Mikić Vj, Turković B, 1969: Erozija i nanos u slivu rijeke Save. Direkcija za Savu, Zagreb 36–52.
- Iveković, H, 1941: Metode za pretragu vode pomoću Hellige-ovog komparatora, VPS, VII, 339–355.
- Miletić, P, 1969: Hidrogeološke karakteristike sjeverne Hrvatske, Geološki vjesnik 22, 511–524.

SUMMARY

An investigation of the Sava River water was carried out from 16–19 January and 29 August–1 September, 1978 from the mouth of the Una River to the mouth of Mrsunja into the Sava, which embrace the sections selected in respect to the other tributaries situated within the investigated area.

The water sampling was carried out simultaneously with synchronized measurements during a three day period adjusted to the water velocity.

By means of selected parameters and their results (consumption of KMnO_4 , determination of oxygen content, BPK_5 , ammonium, nitrate, suspended matters, total phosphorus – filtrate – Ca, and pH value) it could be concluded that in both investigated periods the Sava tributaries are responsible for the deterioration of water quality of the Sava and possess strong autopurification characteristics, which are observed from section to section.