

*Mr. Kosta Žunjić,  
Republički zavod za zaštitu prirode  
Titograd*

## Fizičko-hemijske i biološke karakteristike nekih akumulacionih jezera

### Opšte napomene

Naglim razvojem industrije, brzim porastom gradskog stanovništva, izgradnjom turističkih objekata i modernizacijom saobraćaja porasle su potrebe za većim količinama električne energije. Konfiguracija reljefa i bogatstvo rječnih tokova odigrali su značajnu ulogu što se u Jugoslaviji poslije drugog svjetskog rata pristupilo izgradnji velikih akumulacionih jezera prvenstveno za potrebe elektroprivrede.

Akumulaciona jezera su vode sa specifičnim hidrološkim režimom, složenom morfologijom i novonastalim specifičnim biološkim uslovima. Obzirom na vrijeme i uslove njihova stvaranja problematika istih je, bar u našim prilikama, još dosta nepoznata, naročito onih koja su nastala na sterilnim podlogama između planinskih masiva. Biološko značenje akumulacije u velikoj mjeri određuje pravilno i savremeno pripremanje korita, od kojega u mnogo-me zavisi i formiranje biljnih i životinjskih zajednica. Akumulaciona jezera obično nastaju na taj način što se pregradi vodotok neke rijeke ili kaptiraju izvori, pa se voda razlije van korita plaveći prostrane nizine, livade, šume, njive, pašnjake, pješčane sprudove, ritove ili strme kanjone, koji su do tada bili bez stalnog vodenog pokrivača. Ovako zaustavljeni vodotok omogućava stvaranje velikih vodenih površina koje na nekim rijekama, npr. u SSSR-u, iznose i po nekoliko hiljada ili čak milione hektara. Što se više širi rijeka i pliće pokriva poplavljene površine, to će i akumulacija površinski

biti veća a ujedno i manja srednja dubina, što naročito pogoduje stvaranju bogatijeg i raznovrsnijeg biljnog i životinjskog svijeta. Akumulacije izgrađene na osnovama rijeka sa sterilnim obalama, kao što će biti akumulacija u kanjonu Pive, mogu imati veće zapremine a s tim u vezi i veći prinos ribe po jedinici površine, ali s obzirom na sterilno dno koje nije u stanju da producira veće količine hrane, nepogodnije su za razvoj ribarstva.

Konfiguracija akumulacije zavisi od konfiguracije rječnog korita koje plavi dok reljef dna zavisi od karaktera dna potopljenih površina, te možemo imati akumulacije sa kamenitim, pjeskovitim, šljunkovitim, tresetnim ili muljevitim dnom. Od vrste poplavljenog zemljišta i fizičko-hemijskih faktora koji vladaju u vodenoj sredini zavise i zajednice vodenih organizama novonastalog biotopa. Različitim staništima prilagodavaju se različite vrste vodenih organizama u manjem ili većem broju, te je prema tome i kvalitativni i kvantitativni sastav cjelokupne bioprodukcije specifičan za svaku akumulaciju. Kako akumulacije imaju značajnu ulogu u ribarskoj privredi, potrebno je prije njihova stvaranja, odnosno prije potapanja površina za to određenih, voditi računa o kvalitetu i količini krmne baze koju će producirati akumulacija. Po mišljenju nekih autora, teren budućeg dna treba predhodno očistiti od krupnog rastinja, grmlja, panjeva, kamenja i ostalog materijala koji bi negativno uticao na razvoj flore i faune, ili bi pri izlovu pričinjavao manje ili veće štete. Obalna područja buduće akumulacije koja su podložna eroziji takođe treba zaštititi od odronjavanja, kako prilikom obilnijih padavina ne bi dolazilo do nagomilavanja većih količina erodiranog materijala, koji, pored toga što smanjuje zapremine akumulacije, nanosi štete živom svijetu novonastalog biotopa. Uz to, iz vodotoka koji snabdijeva akumulaciju vodom treba očistiti ribu koja bi kasnije štetno uticala na razvoj ekonomski važnih vrsta koje bi u toj vodi mogle naći optimalne životne uslove. Kako vidimo, krmna baza akumulacije zavisi od zemljišnih, temperaturnih, hidroloških i hidrohemijskih uslova kao i od prisutnosti biogenih elemenata neophodnih za razvoj i opstanak vodenih organizama. Biljnim organizmima su potrebne mineralne materije — soli azota, fosfora, gvožđa i drugih elemenata, koje u akumulaciju dolaze zajedno sa površinskim spiranjem, nadzemnim i podzemnim vodama koje pune akumulaciju. Između pojedinih akumulacija i njihovih dijelova postoje u pogledu životnih uslova različita staništa, te možemo razlikovati obalne pojaseve gdje je obilnije razvijena makrofitska vegetacija, dubinske zone bez vegetacije, plića plovna područja, mjesta sa brzom cirkulacijom vode, većim zamuljenjem i slično. Na svakom od tih područja vladaju i drugačiji ekološki faktori pa je i njihova bioprodukcija različita. Osnovni faktori određivanja biološke sredine u akumulacijama očituju se u sljedećem. Akumulacije koje su prilikom punjenja preplavile prostorne livade, oranice,

pašnjake, močvarne predjele a uz to imaju i obrasle obale zaštićene od erozije, imaju povoljnije uslove za razvoj prirodne riblje hrane, a s tim u vezi omogućavaju dobivanje većih količina ribe, npr. akumulacije Krupac i Slano u Nikšićkom bazenu. Kod nekih akumulacionih jezera predviđa se povremeno pražnjenje i čišćenje korita ne vodeći dovoljno računa o organskoj produkciji akumuliranoj na dnu i u vodi, te takav rad povlači za sobom i velike gubitke kako u prirodnoj ribljoj hrani, tako i u ribi koja biva odnesena zajedno sa vodom ili uginu od naglog i jakog zamuljenja. Sniženje vodostaja negativno utiče i na oplodenu ikru odloženu u pribrežnoj zoni koja ostaje na suvom supstratu a pored toga prouzrokuje i katastrofalne posljedice za samu ribu koja se zadrži u manjim depresijama, gdje je izložena nemilosrdnom uništavanju od raznih štetočina i čovjeka.

Od brzine protoka vode u akumulacijama zavisi i stepen miješanje vode a s tim u vezi i njena temperatura, hemijski sastav, kao i brzina taloženja organskih i neorganskih čestica. Brzina vode je zavisna od količine proticanja, padavina, otapanja sniježnog pokrivača, intenziteta insolacije itd. Usporena kretanja vode u akumulacionom jezeru omogućavaju brže taloženje biogenih elemenata a s tim i povećanje hranljive komponente, pa su takve akumulacije i biološki produktivnije.

Ruski istraživači su s obzirom na velika akumulaciona jezera koja imaju u svojoj zemlji, ovoj grani nauke posvetili veliku pažnju i postigli vrlo dobre rezultate u pogledu produktivnosti. Denisov i Isaev podijelili su akumulaciona jezera u tri zone:

I. Akumulacije sjeverne zone do 58<sup>o</sup> sjeverne širine čija je riblja produktivnost niska i kreće se od 5 do 20 kg/ha.

II. Akumulacije srednje zone između 58 i 52<sup>o</sup> sjeverne širine sa ribljom produkcijom od 20 do 50 kg/ha.

III. Akumulacije južnije od 52<sup>o</sup> sjeverne širine sa produkcijom ribe od 50 do 80 kg/ha.

Iznimno se javljaju akumulaciona jezera čija je produktivnost niža od navedenih. Osim geografskog položaja, produktivnost akumulacija zavisi i od mnogo drugih faktora, u prvom redu hemizma vode, snabdjevačkog izvora, karaktera sabirača, sastava dna, kao i sastava biljnih i životinjskih zajednica koje žive na dnu i u vodenim slojevima. Na formiranje jednog novog biotopa utiče i vrijeme punjenja akumulacije. Dosadašnjim ispitivanjima je utvrđeno da u akumulacionom jezeru ima više organskih materija nego u rijeci koja snabdijeva dotičnu akumulaciju, iz razloga što akumulacija, pogotovu ako je slabo protočna, postaje neka vrsta taložnika za organske i neorganske materije. Zapaženo je da akumulacije koje se uglavnom pune proljećnim padavinama, u svojoj vodi sadrže manje količine organskih materija dok akumulacije punjene podzemnim vodama, izvorima i vodom iz otvorenih tokova imaju veće količine zemnoalkalnih karbonata, fosfata i sulfata. Potapanje blat-

njavih terena jako utiče na hidrohemijski režim vode akumulacije, pošto dolazi do alkalizacije azotnih materija, voda dobija specifičnu boju i brzo gubi kiseonik. U zmskom periodu u akumulacijama se nakupljaju znatne količine slobodne ugljene kiseline i zapaža se nedostatak kiseonika. Izmjena hemijskog režima takođe zavisi od nadolaska kišnice, sniježnih i spirnih voda. Na manjim akumulacijama ovo je lako uočljivo. U akumulacijama u kojima se vodostaj ne mijenja mineralizacija je malo ili ni malo promenljiva. Prvih godina akumulacije se pune organskim materijama kao rezultatom raspadanja biljnog pokrivača potopljenog zemljišta.

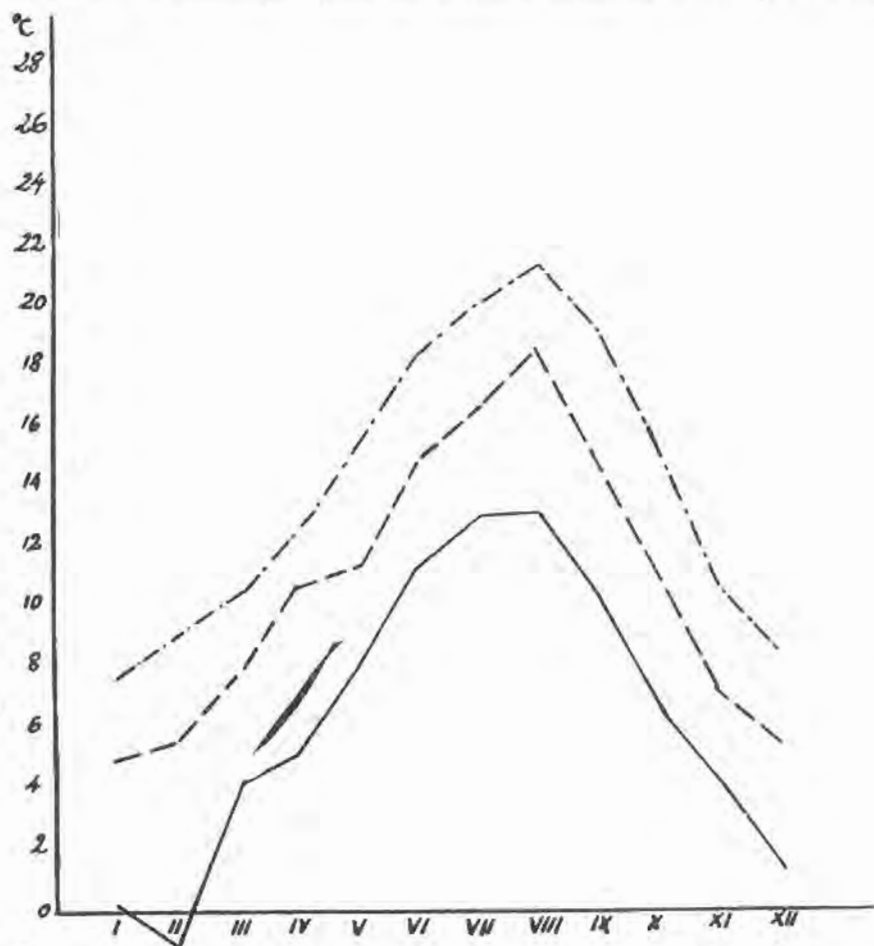
Akumulacije srednjeg pojasa imaju u većini slučajeva slabu filtraciju i isparavanje i dovoljnu količinu organskih materija a, uz to, i slabu mineralizaciju. U akumulacijama južnog pojasa opaža se jača mineralizacija materija a s tim u vezi i manje količine organskih materija.

Ruski istraživači Sebencov, Mejsner i Mihev ukazuju da je pri razradi prognoza hidrohemijskog režima akumulacija važno znati biološko značenje svih elemenata u vodi i režim gasova, naročito kiseonika. Hidrohemijski režim vode zavisi od količine padavina, brzine vode, podvodnog i nadvodnog bilja, kao i količine planktonskih zajednica. Pozitivan uticaj na režim gasova vode osjeća se i pojavom vjetrova, kao i kolebanjima koja nastaju u temperaturi vode i vazduha. Jedan od važnih izvora zasićenja kiseonikom javlja se fitosintetičkim dejstvom vodene flore. U prvim godinama formiranja akumulacija poplavljeno rastinje razlaže se u velikim količinama i javlja se često masovno tzv. »cvetanje vode«. Neki autori tvrde da je na mjestima stvaranja akumulacija preporučljivo ostaviti svo rastinje, pošto se na taj način stvara bolja podloga za razvitak vodenih organizama. Prilikom ispitivanja Cimljanske, Ribinske i Kamske akumulacije u SSSR-u pokazalo se da biljni pokrivač utiče pozitivno na razvoj vodenih organizama. Tako su se u Ribinskoj akumulaciji razvile velike količine Dreissensie koje su se nahvatale na granju i panjevima i tako poslužili kao odlična hrana raznim vrstama riba.

Formiranjem akumulacionog jezera mijenjaju se životni uslovi organizama koji su prije toga živjeli u rijekama ili potocima, pošto se naglim smanjivanjem brzine toka i povećavanjem dubine stvaraju drugačiji biotopi, kojima se organizmi moraju prilagođavati.

U dijelovima akumulacionog jezera gdje su veće dubine dno je bogato organskim i mineralnim materijama koje su se ovdje s obzirom na brzinu toka mogle u najvećim količinama nesmetano taložiti. Kao rezultat toga obično se u takvim akumulacijama u najnižim dijelovima neposredno iznad brane obilnije razvijaju u većim količinama alge, a pored obale, ukoliko nije velika dubina, i više bilje. Nadvodno, bilje u nižim dijelovima akumulacije ne može se razvijati iz razloga što tu nema podvodnog bilja koje bi prilikom

raspadanja stvaralo deblje naslage i plodniju podlogu. U srednjim dubinama akumulacije često se formira mekano nisko podvodno



S/2. TEMPERATURE VODE DRINE NA VODOMER ST. PERUĆAC  
ZA PERIOD 1955/61

NAJNIŽA —  
SREDNJA - - -  
NAJVISA - · -

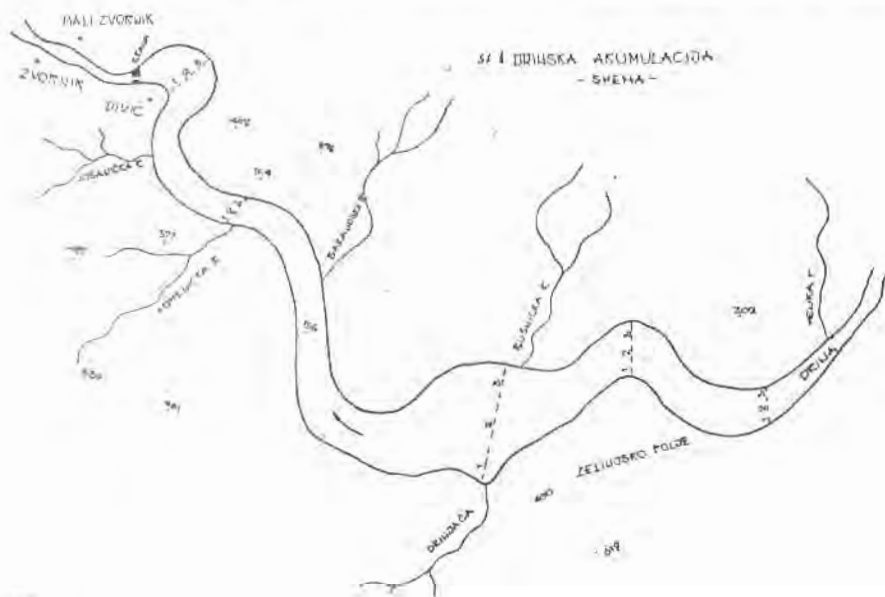
bilje i na taj način omogućava bolji razvitak bentalne faune. U gornjim dijelovima akumulacije pri ušću rijeke gdje su brzine vode skoro izjednačene sa brzinom u rijeci dubina je manja te u vezi s tim i životni uslovi različiti. Ovi dijelovi akumulacije siromašni su bakterijama i algama, pa, prema tome, i drugim vodenim organizmima koji zavise od njih. Podvodno bilje razvija se samo u uskoj pribrežnoj zoni dok se nadvodno bilje razvija u velikim količinama u zabltnjenim terenima. Ovo nadvodno bilje nakon nekoliko godina

dalje se vegetativno razmnožava te stvara bujniju makrofitsku floru, koja može imati dvojak značaj: Kao potrošač hranljivih soli u vodi sprečava razvoj fitoplanktona a, sa druge strane, predstavlja dobru podlogu za razvoj drugih mnogobrojnih biljnih i životinjskih oblika.

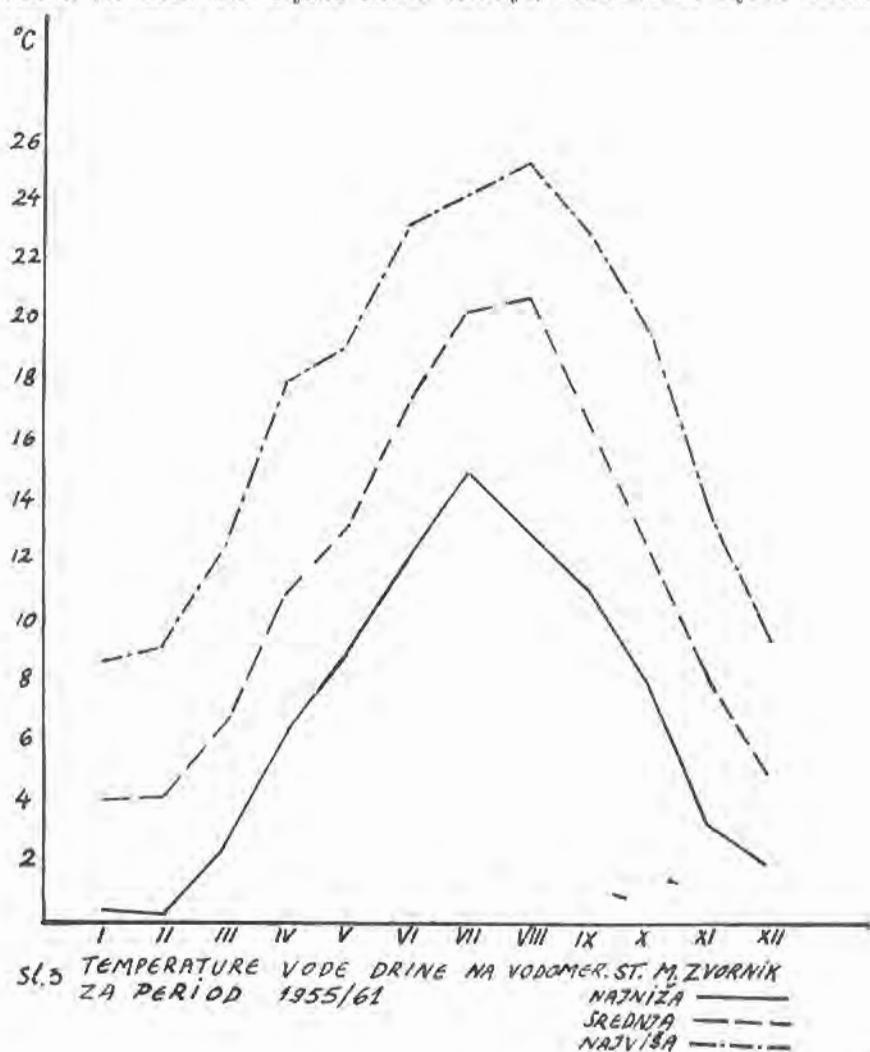
Vršeći hidrobiološka ispitivanja na rijekama i jezerima u Srbiji i Crnoj Gori imali smo prilike da se upoznamo sa problematikom akumulacionih jezera kao što su Drinska akumulacija kod Zvornika, Krupačka i Liverovička akumulacija u Nikšićkom basenu i dr. U ovom radu razmotrićemo neke najznačajnije od ovih akumulacija.

## DRINSKA AKUMULACIJA

Izgradnjom betonske brane na Drini uzvodno od Zvornika nastala je Drinska akumulacija čija površina iznosi oko 1400 ha. Dužina brane iznosi 340 m a visina 28 m. Sa lijeve strane kroz betonsku branu napravljena je riblja staza dužine 178 m. Njena horizontalna dužina iznosi 150 m a visinska razlika od jednog do drugog kraja 24 m. Ukupno ima 86 stepenica (korita). Dužina korita je 2 m, širina 1,5 m a dubina 0,6. Od ukupnog broja korita tri su nešto veća (dužine 4 m, širine 1,5 m i dubine 0,6 m) i služe kao odmarališta ribi na svom uzvodnom putu prilikom prelaza iz rijeke u akumulaciju. Između korita su kvadratni propusti postavljeni u cik-cak liniji. Riblja staza je uglavnom namijenjena da se njome na svom putu služe mladica i druge plemenite ribe, ali prema količini ulova koji se tokom godine dobije na istoj, može se konstatovati da njom uglavnom prolaze skobalj, klijen i druge manje važne ribe. Dužina akumulacije od brane pa do ušća Velike rijeke iznosi oko 25 km.



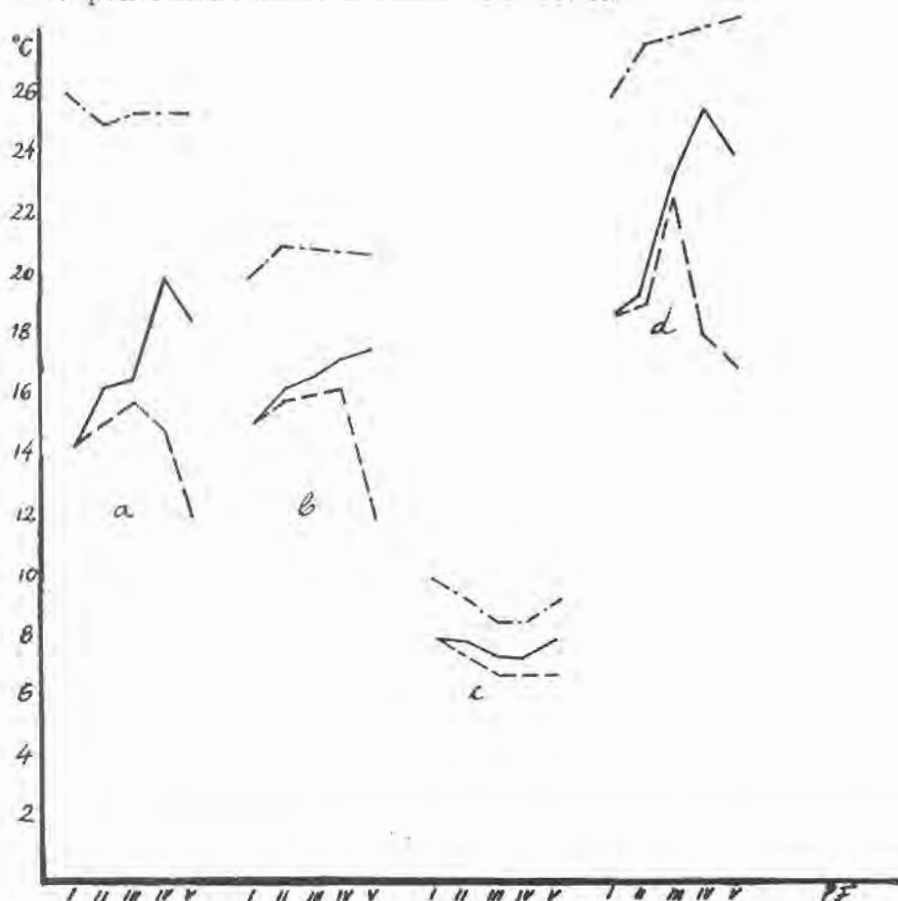
Najveća širina akumulacije nalazi se na ušću lijeve Drinine pritoke Drinjače, oko 2 km. Širina akumulacije na ostalim mjestima varira od nekoliko stotina metara do 1 km. Akumulacija je napunjena 1955. i u sebi akumulira oko 98 miliona m<sup>3</sup> vode. Dubina akumulacije postepeno se smanjuje idući od brane do Zelinjskog polja, a najveća je od 24—28 m neposredno iznad brane i oko sela Divića. Na ostalim mjestima dubine variraju od 5—16 m i nalaze se u starom koritu Drine. Poplavljeni tereni oko ušća Drinjače i Zelinjskog polja mnogo su plići, te na dosta velikim površinama nalazimo dubine od svega 1—2 m. Obale jezera su dosta blage naročito na području između Zelinjskog polja i ušća Kameničke rijeke, dok su nizvodno od ušća ove rijeke nešto strmije, naročito sa lijeve strane.



## Metodika rada

Prije početka ispitivanja akumulacija je detaljno pregledana i na njoj su fiksirani profili i tačke na kojima su se vršila ispitivanja, kako se to vidi iz sl. 1.

- I profil ispod ušća Velike rijeke
- II profil u Zelinjskom polju
- III profil ispod ušća lijeve pritoke Drinjače
- IV profil ispod ušća Kameničke rijeke
- V profil iznad brane u blizini sela Divića.



Sl. 4 TEMPERATURE VODE DNA I POVRŠINE I TEMP. VAZDUHA  
 U JUNU (a) I SEPTEMBRU (b) 1962g I MARTU (c) I JULU (d) 63g

t<sup>o</sup> vode dna — —  
 t<sup>o</sup> — " — površ — —  
 t<sup>o</sup> vazduha — —



Prvim profilom obuhvaćeno je ušće Drine, drugim plavni teren oko Zelinjskog polja, matica Drine i desni priobalni pojas, trećim ušće Drinjače, sredina i priobalno područje na desnoj obali, četvrtim dio jezera ispod ušća Kameničke rijeke a petim dublji region iznad sela Divića.

Pored fiksiranih tačkaka kojih smo se u toku ispitivanja pridržavali, uzimali smo i kontrolne probe na ušćima pritoka, kao i uzvodno od prvog profila u Drini.

Na pomenutim tačkama uzimani su temperatura vode dna i površina, temperatura vazduha, providnost, karakter dna, uzorci za hemijske analize vode, plankton, fauna dna, i ulov ribe.

### Fizičko-hemijske odlike akumulacije

Kako u blizini akumulacije ne postoji nikakva stanica koja bi registrovala temperaturne promjene u vodi tokom godine, poslužili smo se podacima hidroelektrane »Mali zbornik«, Instituta za vodoprivredu SR Srbije i vlastitim mjerenjima izvršenim u toku ispitivanja.\*

Termičke osobine drinske akumulacije skladne su sa njenim položajem, manjim dubinama uzvodno od ušća Kameničke rijeke i većim dubinskim razlikama nizvodno od njenog ušća. Na sl. 2. prikazane su najniže, srednje i najviše temperature vode za period od 1955. do 1961. na vodomjernoj stanici Perućac (najbližoj uzvodnoj) i isto takve na vodomjernoj stanici Mali Zbornik sl. 3. (najbližoj nizvodnoj). Na osnovu njih možemo zaključiti u kakvom se temperaturnom režimu nalazi ova akumulacija. Iz sl. 2. vidimo da su najniže temperature za ovaj period zabilježene u februaru, kada se temperatura spušta i ispod nule. Od februara kontinuirano raste iz mjeseca u mjesec sve do avgusta, kad dostiže maksimum od 21,5°C. Od avgusta ponovo pada i u decembru nastaje treći minimum, kada je temperatura iznosila 1,4°C. Srednja godišnja temperatura na vodomjernoj stanici Perućac za navedeni period iznosila je 10,7°C. Iz sl. 3. vidi se stanje temperature za isti period na vodomjernoj stanici Mali Zbornik, te ponovo zaključujemo da je najniža temperatura na ovoj stanici u februaru, januaru i decembru, a da su maksimalne temperature ponovo u avgustu, kada dostižu 25°C. Srednja godišnja temperatura za isti period na ovoj stanici iznosila je 13°C.

Upoređujući temperature vode na ove dvije stanice dolazimo do zaključka da se srednja godišnja temperatura vode u akumulaciji, vjerovatno, kreće između 10,7 i 13°C.

Iz sl. 4, koju smo dobili vlastitim mjerenjima, ne može se dati srednja godišnja temperatura, ali zato možemo zaključiti kakve su

\* Hemijske analize vode izvršio je Živoslav Marjanović, te mu i ovom prilikom najtoplije zahvaljujemo.

temperature na pojedinim profilima kako na dnu, tako i na površini u toku 4 mjeseca, kada su ispitivanja vršena. Jasno se vidi da u junu 1962. temperaturne razlike nijesu očitije izražene na prva tri profila i variraju svega 1°C. Na ostala dva profila gdje su dubine od 12 do 24 m temperatura vode se na površini povećava a na dnu smanjuje, pa te razlike, kako se iz sl. 4. vidi, iznose od 5 do 6,4°C. Prema tome, možemo zaključiti da je termička stratifikacija izražena samo u dubljim vodenim slojevima nizvodno od ušća Kameničke rijeke i to u proljećnim i ljetnim mjesecima. Na ovakav zaključak ukazuju i rezultati prikazani na sl. 4b i 4d. Iz slike 4c zaključuje se da su temperature u martu 1963. skoro izjednačene na površini i na dnu, odnosno da variraju svega 1°C. Ovo ukazuje na termičku stagnaciju preko zime.

Vodostaj u akumulacionom jezeru zavisi od količine protoka, količine padavina i od količine priticanja. Bez obzira na sve ove promjene koje su u toku godine na području Drinske akumulacije očite, vodostaj u jezeru nema znatnijih kolebanja. U 1961. najniži vodostaj bio je u januaru (156,30) a najviši u avgustu (157,13). Iz ovoga izvodi se zaključak da je vodostaj u toku 1961. varirao svega 0,83 m. Sljedeće godine najniži vodostaj zabilježen je 15. decembra (156,05) a najviši 2. aprila (157,35) te iz tog proizilazi da su njegova kolebanja iznosila u toku godine 1,3 m. Prema podacima hidroelektrane «Mali Zvornik», oscilacije u toku godine nikada ne prelaze 2 m.

Providnost vode je određivana za vrijeme ispitivanja po metodi Secchi. Ona zavisi od količine suspendovanih organskih i neorganskih materija koje u Jezero donose Drina, Drinjača i ostale manje pritoke, a ne od količine planktonskih organizama. Najmanja je konstatovana u martu 1963. neposredno ispod ušća Drinjače. Ovakva mala providnost uslovljena je u ovom periodu jačim zamuljenjem Drine koja donosi u akumulaciju veće količine sitnog pijeska i još jačim zamuljenjem pritoke Drinjače koja u akumulaciju donosi velike količine koloidnog mulja. Pijesak koji donosi Drina specifički je teži pa se smanjenjem brzine toka brže taloži. Za koloidni mulj iz Drinjače treba duži period da bi se staložio na dnu. Češće zamuljenje u toku godine negativno utiče na produkciju planktona, te nije nikakvo čudo što u akumulaciji ova komponenta nije jače izražena.

Boja vode Drinskog jezera različita je na pojedinim profilima i uglavnom zavisi od količine vode koju u akumulaciju donose pritoke. U gornjem dijelu na profilima 1 i 2 ima u toku ljeta svijetloplavu boju dok na ostalim profilima preovlađuje više plava boja. Za vrijeme većih padavina i kada se otapa snijeg, voda je uzvodno od Kameničke rijeke svijetložuta a ispod ušća Drinjače kod najvećeg zamuljenja smeđežuta. Nizvodno od Kameničke rijeke žuta boja se postepeno gubi. Pitka je i bez ikakvog zadaha, naročito u dubljim

slojevima i po sredini. Uza samu obalu pored naseljenih mjesta ispod Drinjače, Culina i Divića osjeća se neznatan zadrž na bilje koje trune.

### Rezultati hemijskih analiza

| Elementi ispitivanja          | jun 1962.     | septembar 1962. |
|-------------------------------|---------------|-----------------|
| pH                            | 7,9—8         | 7,9—8,2         |
| CO <sub>2</sub>               | tragovi       | tragovi         |
| O <sub>2</sub>                | 11,4—12,9     | 12,4—13,3       |
| O <sub>2</sub> mg/l (48 čas.) | 6,5—11,2      | 11,6—12,1       |
| utrošak kalium permang. mg/l  | 5,1—12,8      | 4,3—10,5        |
| amonijak mg/l                 | 0,0           | 0,12—0,25       |
| nitrit mg/l                   | 0,0           | tragovi         |
| nitrat mg/l                   | 0,062—0,082   | 0,14—0,2        |
| fosfati mg/l                  | 0,006—0,012   | 0,007—0,013     |
| alkalitet mg/l nHCl           | 2,8—3,2       | 2,8—2,9         |
| karbonati mg/l                | 0,0           | 0,0             |
| bikarbonati mg/l              | 170,8—192,5   | 170—176,9       |
| ukupna tvrdoća dH             | 10—13,6       | 9,2—11,4        |
| gvožđe mg/l                   | 0,0003—0,0012 | 0,001—0,0012    |
| hloridi mg/l                  | 7,5—9,5       | 8—9,5           |
| suvi ostatak mg/l             | 154—276       | 154—170         |
| Elementi ispitivanja          | mart 1963.    | jul 1963.       |
| pH                            | 7,4—8,6       | 7,4—8           |
| CO <sub>2</sub>               | tragovi       | tragovi         |
| O <sub>2</sub> mg/l           | 10,5—13,3     | 9,7—11,2        |
| O <sub>2</sub> mg/l (48 čas.) | 7,3—12,6      | 8,5—10,6        |
| utrošak kalium permang. mg/l  | 7,8—12,4      | 6,7—14          |
| amonijak mg/l                 | 0,0           | tragovi         |
| nitrit mg/l                   | tragovi       | tragovi         |
| nitrat mg/l                   | 0,46—0,58     | 0,06—0,14       |
| fosfati mg/l                  | 0,014—0,023   | 0,008—0,015     |
| alkalitet mg/l nHCl           | 2,6—3         | 2,5—3           |
| karbonati mg/l                | 0,0           | 0,0             |
| bikarbonati mg/l              | 149,4—183     | 152—183         |
| ukupna tvrdoća dH             | 7,8—8,5       | 7,7—8,6         |
| gvožđe mg/l                   | 0,0011—0,0012 | 0,0008—0,012    |
| hloridi mg/l                  | 5—6,5         | 8,2—12,1        |
| suvi ostatak mg/l             | 156—300       | 164—220         |

Iz navedene tabele može se zaključiti da je voda Drinske akumulacije u toku čitave godine zasićena kiseonikom. Intenzitet produkcije kiseonika u vodi zavisi od čitavog niza promjenljivih faktora: količine i broja zelenih biljaka, intenziteta i trajanja sunčevog sjaja, dubine u kojoj biljke žive i temperature i dubine vode. Kako

na dnu akumulacije nema vodenih biljaka, izuzev uzanih obalnih područja uzvodno od ušća Drinjače, a kako je pored toga i fitoplankton slabo razvijen, vode ovog bazena ovim elementom uglavnom se zasićuju iz vode koju kao glavni snabdjevač u jezero donosi Drina. Kako je pored toga akumulacija siromašna organskim materijama koje bi prilikom raspadanja trošile veću količinu kiseonika, a uz to i slabo naseljena životinjskim svijetom, tokom godine ne dolazi do većih promjena kako na dnu, tako ni u površinskim slojevima, pa su variranja često tako malena da se mogu zanemariti. Brojčanim vrijednostima može se konstatovati da se količine kiseonika tokom godine kreću u granicama od 9,7—13,3 mg/l. Najveće koncentracije bile su utvrđene u martu, kada je voda najhladnija. U julu kada se temperatura vode popne i do 27°C, nalazimo najmanje vrijednosti od 9,7 mg/l, ali opet dovoljno visoke da se može govoriti o zasićenju. Količina kiseonika na dnu neznatno se razlikuje od onih u površinskim slojevima, što je ujedno i dokaz da na njemu ne dolazi do nekog organskog raspadanja.

Oksidujuće materije prema utrošku kalijum permanganata utvrđene su u malim količinama: 4,3 do 12,8 mg/l, što ukazuje na mala kolebanja u sadržaju kiseonika poslije 48 časova. pH vrijednost se neznatno mijenja tokom godine i kreće se od 7,4—8,6 pa se može zaključiti da je voda akumulacije slabo do srednje alkalna. Amonijak je konstatovan samo ispred ušća Drinjače u septembru 1962. i kreće se od 0,12—0,25 mg/l, i ispod Divića u tragovima u julu 1963. On je ovdje dospio iz naseljenih mjesta spiranjem fekalija, a ne raspadanjem organskih materija koje bi se nalazile na dnu, ili nekim drugim putem.

Nitriti su konstatovani u tragovima u septembru 1962. i martu i julu 1963. Nitrati su nađeni takođe u malim količinama od 0,06—0,58 mg/l. Voda akumulacije je siromašna u fosfatima i kreće se u granicama od 0,006—0,023 mg/l, pa ni produkcija fitoplanktona u akumulaciji nije jače izražena. Alkalitet koji je bikarbonatnog porijekla varira u toku godine neznatno, i kreće se od 2,5—3,2 ccm nHCl ml/l dok se vrijednost za bikarbonate kreće od 149,4—192,5 mg/l. Prema rezultatima za tvrdoću 7,7—13,6 dH, može se reći da voda ove akumulacije spada u meke vode. Vrlo male količine gvožđa odgovaraju izrazito oligotrofnim vodama. Hloridi su dokazani tokom čitave godine i to u vrijednostima od 5,6 do 9,5 mg/l. Prema vrijednostima koje smo dobili za suvi ostatak, a koje se kreću od 154—300 mg/l, zaključujemo da je voda ove akumulacije slabo mineralizovana. On iznosi, npr., u Ohridskom jezeru 128, Prespanskom 123, Skadarskom 129—136, Dojranskom 274, Ženevskom 170, Vlasinskoj akumulaciji 52—72, akumulaciji u Međuvršju 156—205 mg/l.

*Plankton.* U junu 1962. u fitoplanktonu nalazimo uglavnom predstavnike iz grupe Diatomeae i to *Diatoma vulgare*, *Amphora ovalis*, *Synedra* sp., *Surirela* sp., *Cymbella* sp., dok u zooplanktonu

uglavnom dolaze Rotatoria od kojih su najbrojnije *Keratella quadrata* i *Keratella cochlearis* i *Synchaeta* sp. Utvrđeno je da je dio akumulacije uzvodno od ušća Drinjače siromašan planktonskim organizmima dok su ostala područja nizvodno nešto bogatija. S obzirom na to što smo ispitivanja vršili u različitim slojevima, konstatovali smo da su njima najbogatiji vodeni slojevi u dubini 1—2 m. U septembru dominira vrsta *Dynibryon divergens* a od zooplanktonskih oblika dolaze, pored junskih predstavnika i predstavnici roda *Brachionus*, *Asplanchna*, *Cephalodella*, *Filina*, *Acantocyclops*, *Bosmina*, *Moina* i dr. Upoređujući rezultate svih analiza, dolazimo do zaključka da je Drinska akumulacija planktonskim organizmima najbogatija ljeti a najsiromašnija zimi.

*Fauna dna.* Cjelokupnu faunu dna, ne uzimajući u obzir uzorke uzete u koritu Drine iznad prvog profila i analize iz pritoke, uglavnom možemo svrstati u dvije grupe, koje se javljaju tokom čitave godine, a to su *Oligochaeta* i *Chironomidae*. S obzirom na različite životne uslove koji vladaju u pojedinim staništima brojčani raspored bentalnih organizama nije ravnomjeran. U junu 1962. na prvom profilu neposredno pri ušću Velike rijeke, gdje akumulacija ima sve odlike Drine, s tom razlikom što je brzina toka nešto smanjena na šljunkovitom dnu priobalnog pojasa na dubini od 1,5 m, dominiraju *Oligochaeta*, čiji broj po jedinici površine, prema koritu Drine, gdje se dubine kreću od 3—4 m, sve više opada. Na nekoliko metara od lijeve obale gdje je dno izrazito pjeskovito na dubini od 1 m nijesmo pronašli nikakvih organizama, bez obzira što smo pomoću Petersenova bagera uzeli nekoliko uzoraka.

Na drugom profilu oko Zelinjskog polja, gdje je brzina vode još manja iako se osjeća uticaj Drine i gdje se dubine po sredini kreću od 4—5 m na pjeskovitom dnu, takođe nijesmo našli nikakvih makroskopski vidljivih organizama u materijalu koji je zahvaćen sa dna. Plići priobalni pojas uz lijevu obalu, gdje smanjene brzine vode omogućavaju još brže taloženje organskih materija dolazi do nagomilavanja većih količina detritusa a samim tim i do popravljivanja životnih uslova, te tu nalazimo *Oligochaeta* u znatno većem broju. Broj *Chironomidnih* larvi neznatno je porastao od prethodnog profila. U dijelu akumulacije ispod ušća Drinjače na dubini od 1—1,5 m nađen je veći broj *Chironomida*. Interesantno je da na ovom području nijesmo u ovo doba godine u mulju pronašli *Oligochaeta*, bez obzira što im stanište u potpunosti odgovara. U centralnom regionu akumulacije na dubini od 9 m, gdje se više tako jako ne osjeća uticaj nanešenih materija iz Drinjače, nego je dno pokriveno sitnim

sterilnim pijeskom iz Drine, nađene su samo Oligochaeta u prilično malom broju 53,3 ind/m<sup>2</sup>. Na pješčanom dnu nekoliko desetina metara od lijeve obale žive ove dvije grupe organizama u skoro jednakom omjeru.

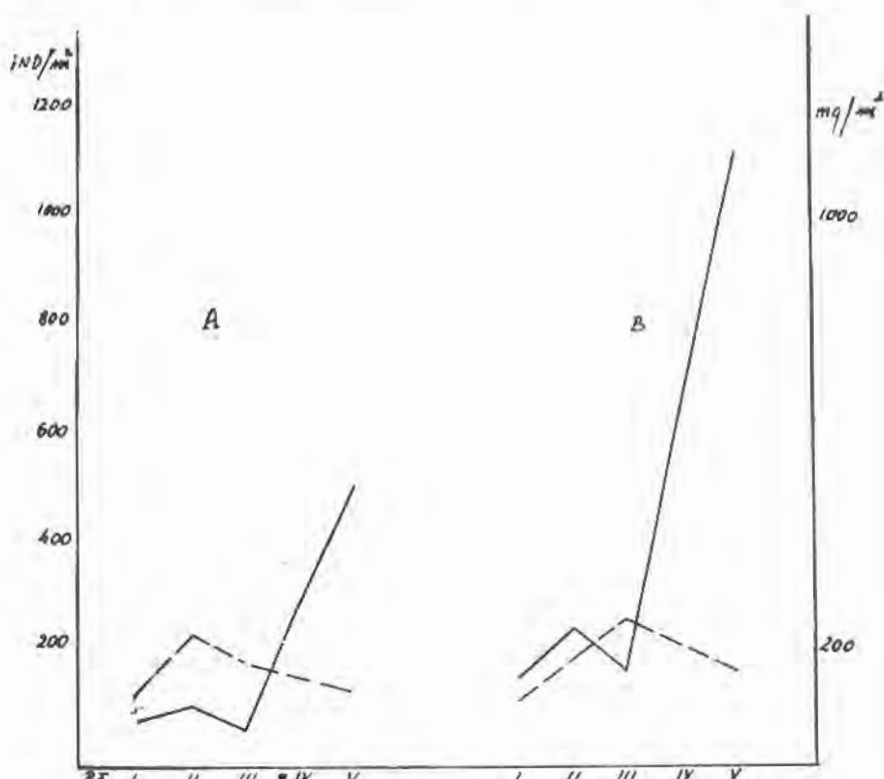
Dio akumulacije nizvodno od ušća Kameničke rijeke razlikuje se od uzvodnog dijela. Na svim tačkama ovog profila na dnu nalazimo fini mulj sa izvjesnim količinama biljnog detritusa koji sobom donose Drinjača, Kamenička rijeka i druge pritoke, te tu dolazi i do povoljnijih životnih uslova za razvoj i opstanak ove dvije grupe organizama. S obzirom na reljef korita i konfiguraciju terena a s tim u vezi i na relativnu blizinu brane, kao i manji pad i brzinu vode, na ovom profilu se dubine kreću od 5—12 m. Oligochaeta na ovom profilu brojnije su u većim dubinama, dok im je u priobalnom pojasu brojnost znatno smanjena. Chironomidae su dominantnije na ovom području i čine glavnu masu bioprodukcije dna.

Na petom profilu u pravcu Divića dubine dostižu maksimum 24—27 m a brzina vode se smanjuje do te mjere da se skoro i ne osjeća. Lijeva obala je strma i stjenovita, te se i dubine od preko 20 m nalaze neposredno uz obalu. Taloženje organskih i neorganskih materija ovdje je intenzivnije nego na bilo kojem drugom dijelu akumulacije, izuzev najbližih dijelova brane. Pored toga, u akumulaciju dolaze i veće količine organskih materija iz gusto naseljenog sela Divića koje se nalazi na lijevoj obali neposredno iznad brane. Imajući u vidu karakter dna i ostale fizičko-hemijske uslove, ovdje nalazimo povećan broj Oligochaeta, koje su brojnije na većim dubinama po sredini i uz lijevu obalu. Ukupan broj organizama ove sistematske grupe iznosi oko 1000 ind/m<sup>2</sup>. Broj Chironomidae opada. Srazmjerno broju opada i ukupna težina. Rezultati ispitivanja u septembru iste godine pokazuju da na istim staništima žive opet ove dvije grupe organizama. Iz sl. 5, može se zaključiti da na prva dva profila raniju dominaciju Oligochaeta preuzimaju Chironomidae, dok u težinskom pogledu Oligochaeta zadržavaju svoju prednost. Nizvodno se osjeća kontinuirani pad Chironomidae, sve do V profila. Težinski udio dostiže svoju maksimum na trećem profilu.

Naredna ispitivanja obavljena su u drugoj polovini marta 1963. Uzorci za analize uzimani su uglavnom na istim tačkama, ali smo uzimali i kontrolne uzorke uglavnom na plićim terenima uz jednu i drugu obalu na dubinama oko 0,5 m. Uzorci za ove analize nijesu uzimani pomoću Petersonova grabila, nego smo jednostavno sa dna

i materijala koji se nalazio na dnu sakupljali sve makroskopski vidljive organizme i kasnije vršili samo kvalitativnu obradu, koja nije grafički izražena.

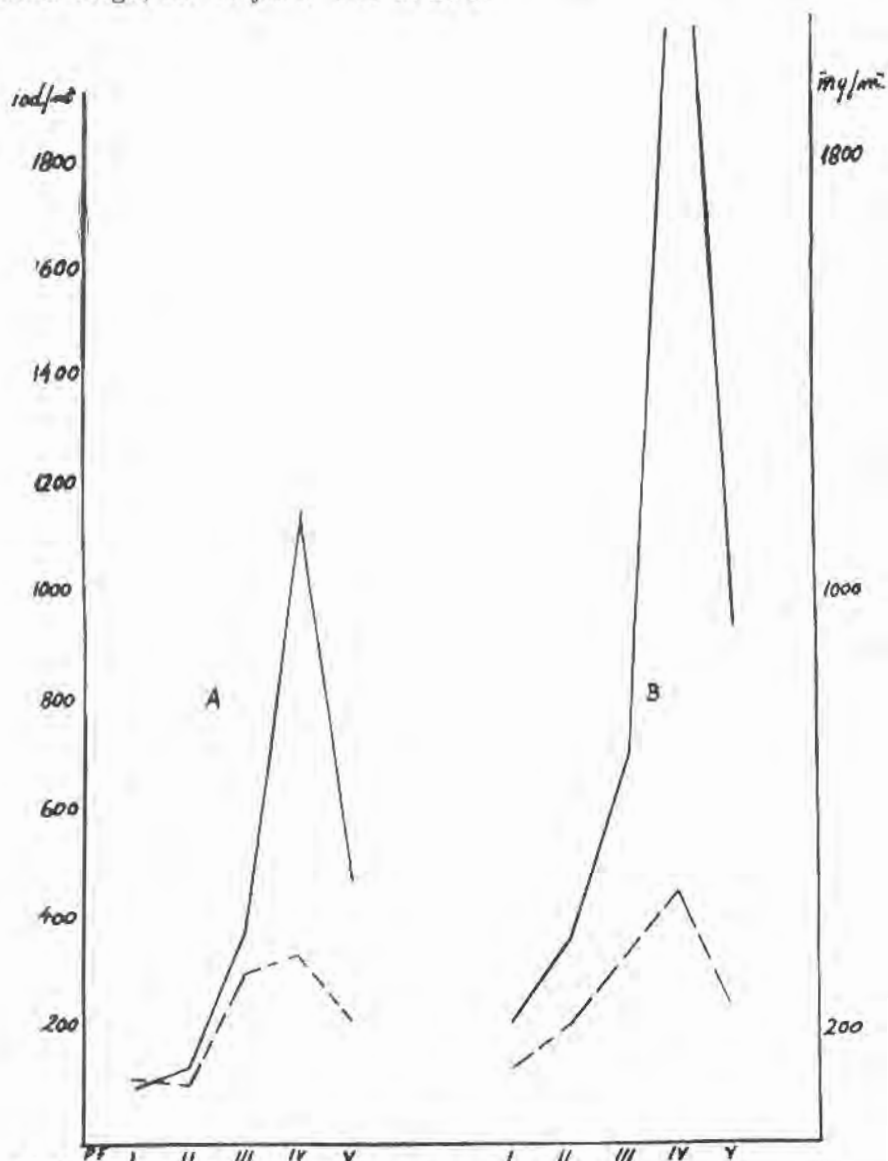
Uporedo sa ovim ispitivanjima u to vrijeme smo uzimali i uzorke faune dna iz svih pritoka koje se sa jedne ili druge strane ulivaju u akumulaciju. Ni rezultati ovih analiza nijesu ušli prilikom obrade akumulacije, nego su posebno obrađeni kao fauna pritoka akumulacije.



SL. 5 BROJEČANI (A) I TEŽINSKI (B) ODNOS FAUNE DNA  
U SEPTEMBRU 1962  
— Oligochaetae — Chironomidae

Na osnovu rezultata analiza u martu konstatujemo da nema značajnijih promjena u pogledu faune dna. Na prvom profilu nalazimo na siromaštvo Oligochaeta. Od ovog profila pa do Zelinjskog polja njihov broj neznačajno raste, dok se od drugog profila do ispod ušća Kameničke rijeke zapaža znatan porast, tako da na četvrtom profilu dostižu svoj maksimum, kada im broj po 1 m<sup>2</sup> prelazi 1100

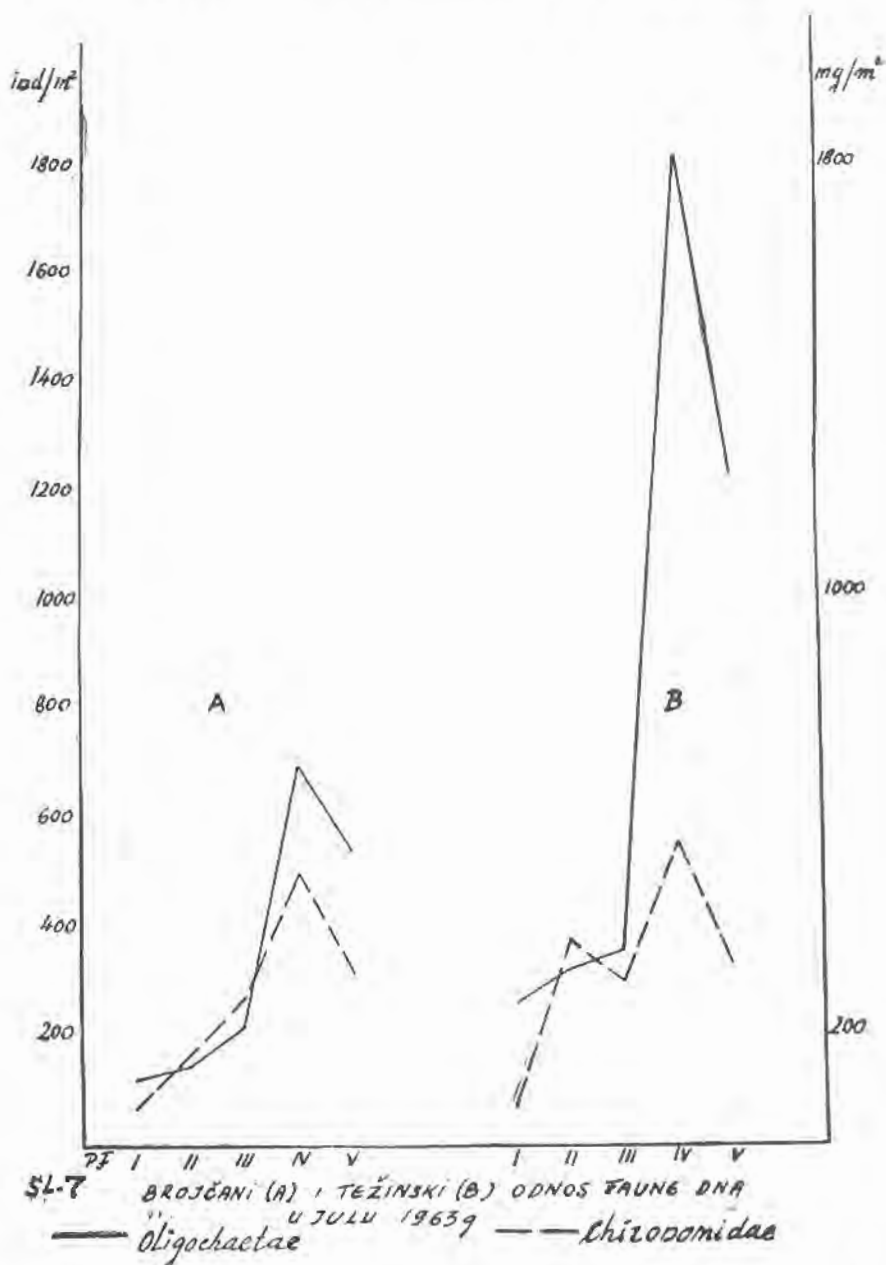
ind. Od ovog profila javlja se ponovni pad tako da iznad Divića nema više od 500 ind/m<sup>2</sup>. Chironomidae u ovom periodu imaju podređenu ulogu, što se jasno vidi iz sl. 6.

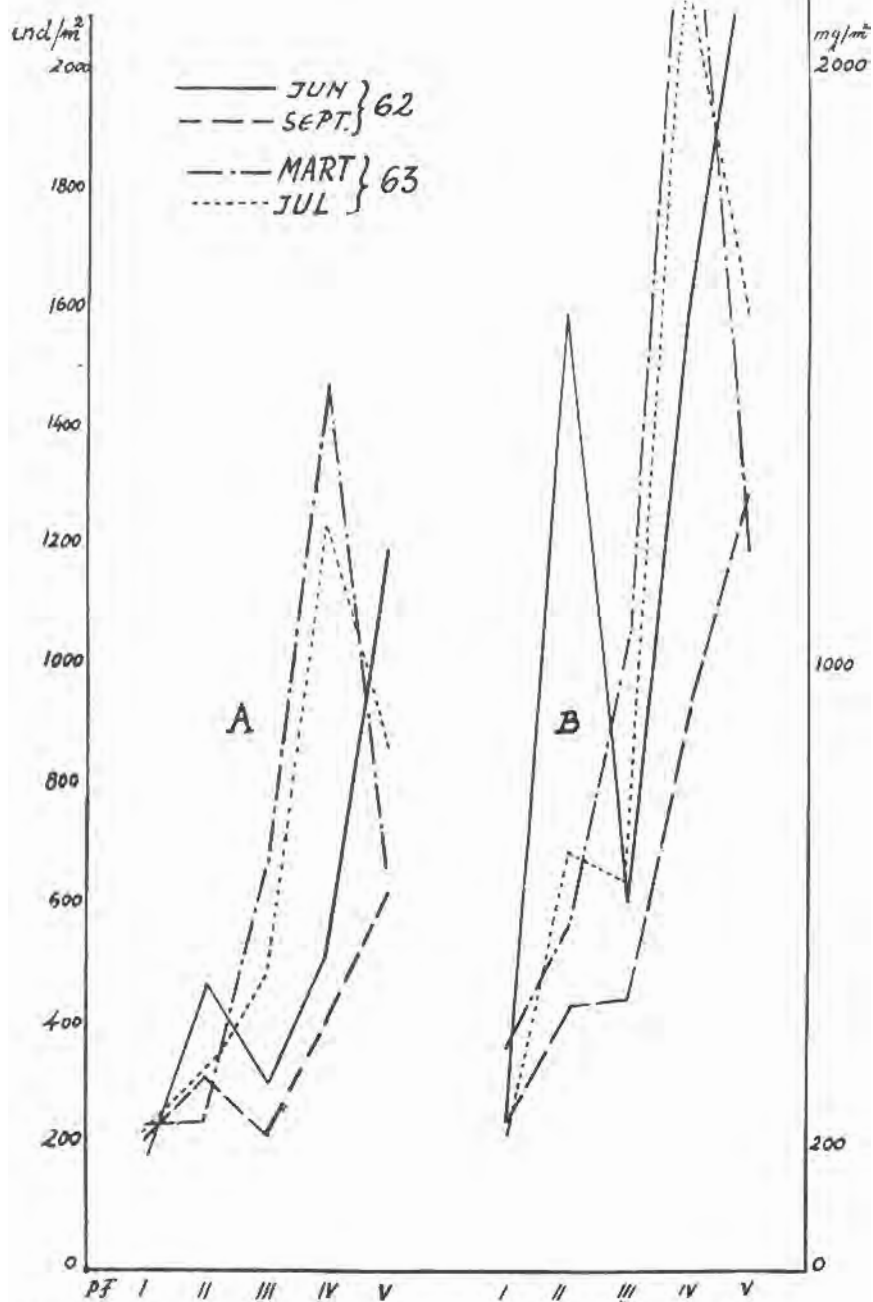


SL.6 BROJČANI (A) I TEŽINSKI (B) ODNOS FAUNE DNA  
U MARTU 1963g  
— Oligochaetae — Chironomidae



Rezultati ispitivanja obavljenih u julu iste godine (sl. 7) ne ukazuju na neka veća kolebanja. Logično je da su i u ovom periodu najsiromašnija staništa ovim organizmima na onim profilima koji su





**SL. 8** BROJČANI (A) I TEŽINSKI (B) ODNOS  
FAUNE DNA U TOKU GODINE

najviše izloženi uticaju Drine, koja donosi znatne količine sitnog pijeska i zastire dno akumulacije.

Na sl. 8. prikazan je brojčani i težinski odnos jedne i druge grupe organizama u toku godine iz kojeg se jasno vidi da su dijelovi akumulacije iznad ušća Drinjače siromašniji organizmima dna. Dio akumulacije ispod njenog ušća ne potpada direktno pod uticaj toka Drine jer njena matica na ovom dijelu nije tako jaka, pa se na ovom području talože lakše organske čestice, koje su pogodnije za stvaranje plodnijeg staništa.

Sabiranjem težinskog udjela organizama dna po jedinici površine tokom naših ispitivanja, dolazimo do zaključka da je Drinska akumulacija siromašna u fauni dna i da spada u vode oligotrofnog tipa, sa prosječnom težinom od 10—12 kg/ha.

Prilikom uzimanja uzoraka faune dna iz pritoka akumulacije služili smo se, pored Petersonovog grabila, i Surberovom mrežom, bez obzira što nam nije bio cilj da ustanovimo kvantitativni odnos pojedinih populacija u fauni dna.

U Drini uzvodno od prvog profila neposredno prije ušća u akumulaciju našli smo među biljnim korijenjem pretežno predstavnike Amphipoda dok na kamenju, granju i krupnijem šljunku nalazimo uglavnom predstavnike Ephemeroptera (*Ephemera vulgata*, *Baetis* sp., *Ecdyonurus* sp., *Caenis* sp. i dr.). Uporedo sa ovim nađene su i larve Plecoptera (*Perla* sp., *Leuctra* sp.) i larve Trichoptera (*Hidropsyche* sp. i *Rhyacophila* sp.). U desnoj pritoci akumulacije Velikoj rijeci fauna dna je identična onoj u Drini. Ephemeridae su najbrojnije izražene. U potoku Sopotniku, koji se u akumulaciju uliva oko 16 km uzvodno od Zvornika, čija širina na ušću ne prelazi 3 m a dubina 0,6 m, na šljunkovitom dnu, pored Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, konstatovane su u manjem broju i larve Diptera, kao i Oligochaeta i Mollusca.

Uzorke faune dna iz lijeve pritoke Drinjače, koja se u akumulaciju uliva 15 km uzvodno od Zvornika, uzimali smo oko 300 m uzvodno od ušća. Kako je brzina vode dosta mala i dno skoro istih osobina kao i u akumulaciji, našli smo u fauni dna uglavnom Oligochaeta i Chironomidae. U obalnom pojasu na plićim terenima među korijenjem i rijetkim vodenim biljem dolaze još Amphipoda, Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera i samo pojedinačno Mollusca.

Bušnička rijeka uliva se u akumulaciju 13,5 km uzvodno od Zvornika, sa desne strane. To je manja pritoka strmih obala, mjestimično obraslih višim biljem. Na ušću u akumulaciju nalaze se velike količine nataloženog mulja i pijeska, kojim joj je korito skoro zatrpano te joj dubina ne prelazi 0,5 m. Fauna dna je ista kao i u Drinjači.

Šest kilometara nizvodno od ove pritoke u akumulaciju se uliva lijeva pritoka Kamenička rijeka. Šira je i dublja od prethodne te u akumulaciju donosi i veće količine vode. Obale su joj obrasle gustim biljnim pokrivačem pa na dnu nalazimo veće naslage biljnog detritusa, koji pogodnije djeluje na razvoj faune dna. Kada se nivo akumulacije poveća, korito ove pritoke ispuni se vodom, pa liči na manji zaliv. Fauna dna u kvalitativnom pogledu ne razlikuje se od faune ostalih pritoka ali je ima više.

Kod Amajića u akumulaciju se uliva Baranjska rijeka, koja ne donosi veće količine vode. Plitka je i strmih obala. Dno joj je pjeskovito i muljevito te ovdje na dnu nalazimo uglavnom Oligochaeta i Chironomidae. Oligochaeta su brojno jače izražene te igraju značajniju ulogu u ishrani riba, koje iz akumulacije u nju zalaze.

Na oko 3 km od brane u akumulaciju se uliva lijeva pritoka Jošanička rijeka. To je manja rječica koja više liči na potok. Neposredno iznad ušća širina joj iznosi samo nekoliko metara. Fauna dna je ista kao i u prethodnoj pritoci.

Prilikom uzimanja uzoraka primijećeno je da u sve pritoke akumulacije zalaze veće količine sitne bijele ribe bilo zbog hrane ili zbog traženja pogodnih mjesta za mrijest. Iako u ovim pritokama fauna dna nije težinski određivana, može se zaključiti da su sve pritoke bogatije organizmima dna od akumulacije u kojoj vladaju drugačiji ekološki faktori.

*Ihti fauna.* Uporedo sa hemijskim i hidrobiološkim ispitivanjima vršena su u septembru 1962. i julu 1963. i ihtiološka ispitivanja. Uzorci za ihtiološka ispitivanja uzimani su pomoću povlačnih mreža, a na plićim terenima i na ušćima pritoka pomoću elektroagregata. Na osnovu analiza ustanovili smo da u akumulaciji žive sljedeće vrste riba:

- Cyprinus carpio L. — šaran
- Chondrostoma nasus L. — skobalj
- Leuciscus cephalus L. — klijen
- Barbus barbus L. — mrena
- Barbus meridionalis peteny H e c k. — potočna mrena
- Abramis brama L. — deverika
- Abramis sapa L. — crvenokica
- Silurus glanis L. — som
- Acerina schrazer L. šrac
- Aspro zingler L. — vretenar
- Acerina cernua L. — balavac
- Aspius aspius L. — bucov
- Rutilus rutilus — bodarka

Na osnovu zbira rezultata ustanovili smo da je skobalj dominantna vrsta ribe koja naseljava današnju akumulaciju. Ova vrsta učestvuje u ukupnom naselju ihtiofaune 41,60%. Iza skobalja dolazi klijen sa 35,73% dok treće mjesto zauzima deverika, sa 10,50%. Šaran zauzima tek četvrto mjesto sa dosta malim procentualnim učešćem, 3,36%. Ostale vrste riba lovljene su samo pojedinačno, te se može zaključiti da nijesu brojnije zastupljene u ovoj akumulaciji.

Da je skobalj dominantna vrsta i da se u najvećoj mjeri koristi ribljom stazom koja je napravljena na brani, svjedoče i rezultati ulova na istoj. Godine 1961. na ribljnoj stazi ulovljena su 4.634 kg skobalja. Sljedeće godine ulovljeno je znatno manje, 840 kg. Ulov ostalih ribljih vrsta na ribljnoj stazi bio je neznatan te, prema tome, nije ni registrovan, ali iz podataka koje smo dobili od sportskih ribolovaca iz Zvornika može se zaključiti da se ribljom stazom koriste uglavnom ekonomski manje važne vrste riba.

Som u akumulaciji živi u malim količinama iako bi se naseljavanjem ova vrsta mogla bolje adaptirati, tim prije što mu uslovi dobro odgovaraju.

Analiza tempa porasta pojedinih ribljih vrsta nije mogla biti potpuno obrađena, pošto nijesmo imali dovoljno materijala za obradu. Pouzdaniji rezultati mogu se dobiti samo za vrste koje su lovljene u većim količinama kao što su skobalj, klijen i deverika. Za skobalja smo konstatovali da mu je rast vrlo spor, i da najbrže raste između treće i četvrte godine. Za klijena smo konstatovali da mlađi primjerci imaju slabiji prirast u dužinu a težinski prirast jače je izražen kod starijih oblika.

Od ekonomskih važnih riba jedino se šaran u akumulaciji nalazi u većim količinama premda mi nijesmo imali prilike da ga prilikom naših ispitivanja ulovimo. Na osnovu podataka dobijenih od ribara, može se zaključiti da se šaran u većim količinama u akumulaciji nalazi na plićim terenima oko Zelinjskog polja. Institut za ribarstvo u Sarajevu pokušao je poribljavanje akumulacije ribnjačarskim šaranom 1959, kada je akumulacija nasadena sa 50 000 kom. mladunaca. Kako poslije toga niko nije kontrolisao ulov niti vrstio bilo kakva druga ispitivanja, nijesmo imali nikakvih podataka o adaptaciji ove vrste. Na osnovu ioloženih podataka, zaključujemo da su u akumulaciji najbolje životne uslove našle šaranske vrste riba koje se uglavnom mrijeste u pritokama ili plavnom području priobalnog regiona oko Zelinjskog polja.

#### KRUPAČKA AKUMULACIJA

Krupačka akumulacija udaljena je oko 6 km od Nikšića. Nastala je na taj način što je na podnožju Krupačkog polja izgrađena

zemljana brana obložena kamenim zidom i kaptirane vode Krupačkog oka, izvora Zmijanac i ostalih izvora koji su se nalazili po obodu Polja. Dužina brane iznosi 1 480 m a visoka je 12—14 m. Ova akumulacija nalazi se na mjestu nekad plodnog Krupačkog polja, koje su prije stvaranja akumulacije obrađivali okolni mještani, te je kao takva od posebnog interesa. Površina akumulacije iznosi oko 500 ha. U neposrednoj blizini ove nalaze se akumulacije Slano i Vrtac površine oko 2240 ha. Sve tri podignute su u kraškom Nikšićkom polju. S obzirom na karakter kraških polja rijedak je slučaj da se u istima podižu ovakve akumulacije. Krupac kod srednjeg vodostaja akumulira oko 30 miliona m<sup>3</sup> vode. Vodom je napunjena 1957.

Podstaknuti mogućnostima koje akumulacija pruža za ribarstvo, vršili smo u nekoliko navrata fizičko-hemijska i biološka ispitivanja.



Dubina akumulacije manje-više je izjednačena, i u toku ljetnih mjeseci kreće se od 5—7 m. Najveća je u Krupačkom oku, gdje iznosi i do 20 m. Dno akumulacije pretežno je muljevito i obraslo podvodnim biljem koje na plićim mjestima izbija na površinu vode. Temperature vode tokom godine veoma su promjenljive. U zimskim mjesecima spuste se i do 5°C dok u ljetnim dostignu i do 25°C. Temperature vazduha takođe su za vrijeme zime veoma niske i često

ispod 0° a ljeti na obali akumulacije dostignu i do 28°. U vrijeme mirovanja vode u akumulaciji providnost iznosi oko 6 m. Za vrijeme većih padavina i u periodu kada nad akumulacijom vladaju česti vjetrovi dolazi do mućenja vode, te se, zavisno od toga, smanji i providnost, koja u takvim uslovima ne prelazi 0,5 m. S obzirom na relativno malu dubinu i na često miješanje vodenih slojeva nema većih razlika u temperaturi vode na dnu i površini. Ove razlike očitije su samo u Krupačkom oku te često iznose i do 10°C. Tokom godine akumulacija je bogata kiseonikom i nema većih razlika u pojedinim vodenim slojevima. Vrijednosti za kiseonik kreću se u granicama od 8—12 mg/l.

*Plankton.* U fitoplanktonu tokom godine nalazimo predstavnike Diatomeae, Volvocaceae, Desmidiaceae i dr. Od zooplanktonskih organizama najbrojnije su Rotatoriae, dok su Copepoda i Cladocera slabije zastupljeni. Na osnovo kvantitativnih ispitivanja ove komponente zaključujemo da je Krupačka akumulacija relativno bogata planktonom.

*Fauna dna.* Podvodno bilje koje nalazimo po dnu cijele akumulacije i koje je dosta bujno, pruža povoljne životne uslove za razvitiak bentalnih organizama. U fauni dna dominantnu ulogu tokom čitave godine brojeano imaju larve Chironomidae, dok su Asellidae, koje u velikom broju nalazimo na podvodnom bilju, takođe veoma brojne i čine, pored Chironomidae, osnovnu prirodnu riblju hranu. Larve ostalih vodenih insekata Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera i u manjem broju Diptera nijesu brojnije zastupljene. Oligochaeta, Hirundinae i Mollusca brojno su slabo izražene iako u cjelokupnoj fauni graju značajnu ulogu. Na osnovu kvantitativnih ispitivanja faune dna možemo zaključiti da Krupačka akumulacija spada u vode bogate faunom dna, i da kao takva pruža pogodne uslove za salmonidne vrste riba koje tu žive. Prije stvaranja akumulacije u Krupačkom oku i u njegovoj otoci Matici živjele su poštočna pastrmka — *Salmo trutta m. fario* i *Phoxinus phoxinus*, kao i naseljena kalifornijska pastrmka *Salmo irideus*. S obzirom na povoljne životne uslove i bogatstvo kvalitetne hrane, dvije pomenute salmonidne vrste su se nakon poribljavanja 1957. masovno razmnožile tako da danas u ovoj akumulaciji nalazimo primjerke kalifornijske pastrmke od preko 7 kg. I jedna i druga pastrmska vrsta odličnog su kvaliteta te privlače naročitu pažnju sportskih ribolovaca. Mala šaranska vrsta gaovica takođe u akumulaciji nalazi obilje hrane dok služi i za ishranu pastrmki.

Po količini i kvalitetu riblje hrane akumulacija bi mogla da prehrani i veću riblju masu te je neophodno istu poribljivati ovim dvjema vrstama pastrmki. Postojali su predlozi da se ova akumulacija poribi šaranskim mladem, ali mi smatramo da za to nema potrebe a, uz to, nemamo ni sigurnih podataka kako bi se ova vrsta

ovdje aklimatizovala. Mišljenja smo da u akumulaciju ne bi trebalo za sada unositi nijednu drugu vrstu. Bolje je povećati populaciju navedenih salmonidnih vrsta koje tu već žive nego vršiti ogleda sa drugim vrstama, tim prije što naša ispitivanja upućuju na to da je ovo više pastirna voda, bez obzira na dosta visoke temperature vode u toku ljetnih mjeseci.

## LIVEROVIČKA AKUMULACIJA

Liverovička akumulacija i po površini i po zapremini mnogo je manja od pomenutih. Nalazi se u koritu Gračanice u Nikšićkoj Župi, 12 km od Nikšića. Nastala je na taj način što je korito Gračanice pregrađeno betonskom branom dužine 80 i visine 35 m. Površina akumulacije iznosi 65 ha a akumulira oko 9 miliona m<sup>3</sup> vode. Podignuta je za potrebe Željezare »Boris Kidrič« u Nikšiću. Voda se dovodi betonskim kanalom. Upotrijebljena voda u tehnološkom postupku najvećim dijelom se ponovo uliva u staro korito Gračanice nizvodno od Željezare dok jedan dio zagađenih voda preko nekoliko manjih kanala dopijeva u korito Bistrice. Prema tome, jedan dio otpadnih voda Željezare dopijeva u Zetu uzvodno od Nikšića na profilu most na Duklu a drugi veći i opasniji dio teče starim koritom Gračanice i uliva se u vještačko korito Zete, odnosno u betonski kanal koji odvodi vode iz Zete i nikšićkih akumulacija u cjevovode HE »Perućica«. Prilikom naših ispitivanja tokom nekoliko godina utvrdili smo da u vodi koje iz Željezare teku starim koritom Gračanice nema ni najotpornijih biljnih i životinjskih organizama. Velike količine katrana zastrle su korito rijeke debelim slojevima crnog taloga koji dno čini potpuno sterilnim. Pored toga, ove otpadne vode sadrže i veliki procenat fenola. Otpadne vode Željezare negativno su uticale na cjelokupnu vodenu biocenozu Zete sve do njenog ušća u Moraču.

Gračanica, koja snabdijeva akumulaciju vodom manja je rijeka dužine oko 25 km. Njen gornji tok više liči na planinski potok, na pojedinim mjestima često jedva uočljiv. Brana koja je omogućila stvaranje današnje akumulacije završena je 1956. tako da je i akumulacija nastala u tom periodu. Prva fizičko-hemijska i biološka ispitivanja na ovoj akumulaciji otpočela su 1958. Od tada pa do 1970. akumulaciju smo posjetili nekoliko puta. Prema tome, rezultati izneseni u ovom radu nijesu vezani za jedan strogo određen period.

Prilikom ispitivanja uglavnom smo primjenjivali istu metodu kao i na prethodnim akumulacijama. Liverovička akumulacija s obzirom na konfiguraciju terena u kome je nastala ima dosta blage i pristupačne obale. Dno je dosta ravno i uglavnom muljevito. Pri



ušću Gračanice nalaze se znatne naslage šljunka koji rijeka donosi za vrijeme većeg vodostaja. Dno akumulacije na plićim mjestima obraslo je podvodnom vegetacijom a u dubljim dijelovima, naročito iznad brane, na dnu nema nikakvog vodenog bilja. Vodostaj akumulacije je promjenljiv i zavisan od padavina i otapanja sniježnog pokrivača. Za vrijeme najvećeg vodostaja voda se iz akumulacije prelijeva preko visoke brane i dalje teče starim koritom Gračanice. Voda joj je u toku godine uglavnom čista i bistra. Zamuti se samo kada nađu Gračanica. Providnost u toku ljetnih mjeseci kreće se od 5 do 6 m. Temperature vode tokom godine veoma su promjenljive. Najniže su u toku zime, kada može doći i do zamrzavanja, a najviše u periodu jul—avgust, kada se zagrije i do 27°C. U toku ljetnih mjeseci veoma su izrazite razlike u temperaturi na dnu i površini, kada mogu iznositi i do 10°C. U oktobru, novembru i decembru razlike u temperaturi na dnu i površini kreću se od 2 do 3,5°C. Bogata je kiseonikom kako u dubljim tako i u površinskim slojevima. Koncentracije se kreću u granicama od 8,3 do 11,3 mg/l. Vrijednost pH tokom godine varira od 7,5 do 8.



*Plankton.* Akumulacija je dosta siromašna planktonskim zajednicama i postoje očita kolebanja u toku godine. U ljetnom periodu, kada se temperature vode kreću od 24—27°C, plankton je kvalitativno i kvantitativno najjače izražen dok padom temperature

opada i ova komponenta. U fitoplanktonu nalazimo predstavnike Diatomeae, Desmidiaceae, Volvocaceae i dr. Najbrojnije su zastupljene alge iz grupe Diatomeacea i to čitave godine.

Zooplankton je kvalitativno identičan sa onim iz Krupačke akumulacije dok se kvantitativno dosta razlikuje. Dominantne su vrste iz grupe Rotatoria dok su Copepoda i Cladocera zastupljene u manjem broju. Uzimajući uzorke iz različitih dubina zaključili smo da se planktonski organizmi nalaze u svim vodenim slojevima, od dna do površine, ali i jedna i druga komponenta ima najbolje životne uslove u površinskim slojevima i uz obalu, gdje je razvijenija makrofitska vegetacija.

*Zoobentos.* Prilikom uzimanja uzoraka za faunu dna, pored Ekmanova bagera, upotrebljavali smo i Surberovu mrežu i to isključivo u uzvodnom dijelu akumulacije pri ušću Gračanice i na plićim terenima uz obalu. Analizirajući kvalitativni i kvantitativni sastav faune dna došli smo do zaključka da je stanište dna akumulacije prilično monotono. Tokom čitave godine dominiraju larve iz grupe Chironomidae koje su skoro ravnomjerno raspoređene po čitavom dnu. Ova grupa organizama ipak je brojno najjače izražena na dubini od 10—15 m, gdje je dno prekriveno finim koloïdnim muljem. U tim dubinama kao i u neposrednoj blizini brane konstatovane su najmanje količine kiseonika, naročito u toku ljetnih mjeseci. Pored Chironomidae, dno akumulacije naseljavaju i predstavnici Oligochaeta sa dominantnim rodom Tubifex, no s obzirom na malu brojnost nemaju značajnije uloge u ishrani riba. U obalnom regionu, gdje su dubine od 0,5—1 m i pri ušću Gračanice, gdje je dno više šliunkovito, u fauni dna prevladaju larve insekata Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera i Diptera. Ephemeroptere su najbrojnije te imaju i značajnu ulogu u ishrani riba koje se zadržavaju u obalnom regionu. Pored pomenutih organizama, pojedinačno se susreću i predstavnici Amphipoda i Mollusca, koji nemaju značajnije uloge u ukupnoj bioprodukciji akumulacije. Uzimajući u obzir cjelokupnu produkciju zoobentosa tokom godine, zaključujemo da je akumulacija u Liverovićima veoma siromašna organizmima dna i da po svojoj produkciji spada u oligotrofne vode, što nije slučaj sa Krupačkom akumulacijom. Razlog je svakako u tome što je ovo dublja akumulacija, drugačijeg dna i drugačijih ekoloških uslova.

*Ihtiofauna.* Prilikom stvaranja Liverovićke akumulacije u nju su dospjele ribe koje su do tada naseljavale Gračanicu. Uglavnom je to bila potočna pastrmka *Salmo trutta m. fario* ili, kako je neki sistematičari nazivaju, *Salmo taleri* ili *Trutta taleri*. Nakon definitivnog formiranja akumulacije ista je poribljena mlađem potočne pastrmke iz mrestilišta u Vidrovanu. Ova vrsta se u akumulaciji dobro adaptirala i bez obzira na relativno slabu ishranu našla povoljne životne uslove. Akumulacija je poribljivana nekoliko puta ali ne posjedujemo podatke o količini nasađene ribe. Mrestilište u

Vidrovanu snabdijeva se ikrom od matične ribe koja se izlovljava u ovoj akumulaciji. Imali smo prilike u nekoliko navrata da pregledamo matični materijal i da zaključimo da je riba odličnog kvaliteta. Udruženje sportskih ribolovaca iz Nikšića vodi nadzod nad akumulacijom u Nikšićkom basenu. Poribljava ih i vrši kontrolu izlova koji je sveden isključivo na sportski ribolov.

## Rezime

Radom su obuhvaćene fizičko-hemijske i biološke karakteristike Drinske akumulacije kod Zvornika, Krupačke akumulacije u Nikšićkom basenu i Liverovičke akumulacije u Nikšićkoj Župi. Sve tri su nastale u periodu od 1955. do 1957. Najveća od njih je Drinska akumulacija (1400 ha) koja akumulira 98 000 000 m<sup>3</sup> vode. Najveća dubina iznosi 28 m. Oscilacije vodostaja ne prelaze 2 m. Srednja godišnja temperatura vode u akumulaciji kreće se od 10—13°C. Tokom godine je bogata kiseonikom a siromašna hranljivim solima (nitratima i fosfatima) što se naročito osjeća na slaboj produkciji planktona. Zoobentos je uglavnom zastupljen sa dvije grupe organizama Chironomidae i Oligochaeta. Naseljavaju je sljedeće vrste riba: *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma nasus*, *Leuciscus cephalus*, *Barbus barbus*, *Barbus meridionalis* peteny, *Abramis brama*, *Abramis sapa*, *Silurus glanis*, *Acerina Schrzer*, *Aspro zingler*, *Acerina cernua*, *Aspius aspius*, *Rutilus rutilus*.

Krupačka akumulacija zahvata oko 500 ha. Akumulira oko 30 000 000 m<sup>3</sup> vode. Prosječna dubina od 6—8 m. Temperature vode kreću se od 5—25°C, a količine kiseonika od 7,7—11,2 mg/l. U hemijskom pogledu nema većih razlika između vode dna i površine. Dno je muljevito i pretežno obraslo makrofitskom vegetacijom. Bogata je planktonom i zoobentosom i spada u red najbogatijih voda faunom dna u Jugoslaviji. Od riba u njoj živi *Salmo trutta m. fario*, *Salmo irideus* i *Phoxinus phoxinus*.

Liverovička akumulacija zahvata 65 ha. Najveća dubina iznosi 29 m. Akumulira oko 9 000 000 m<sup>3</sup> vode. Temperature vode se kreću od 4—27°C. Siromašna je planktonom i zoobentosom. Čitave godine bogata je kiseonikom. U njoj živi potočna pastrmka — *Salmo trutta m. fario*.

## LITERATURA

- Antipova O. P.: Po hazjajskih ispolzovat Narvskoe vodohranilišće. Ribnoe hazjajstvo № 6, Moskva 1961.  
Ashaev M. G.: O ribovodnih meroprijatijah po osvoeniju Irkutskogo vodohranilišća, Ribnoe hazjajstvo № 3, Moskva 1954.

- Bukirev A. I. i Ostroumov N. A.: Formirovanie ihtiofauni v Permskom vodohranilišće. Ribnoe hazjajstvo № 8, Moskva 1958.
- Boruckij E. V.: O gidrobiologi i biologičeskoj produktivnosti vodoemov. Zoologičeskij žurnal T XXX Vip. 6, Moskva 1951.
- Denisov L. J. i Isaev A. I.: Ribopromišlenoe ispolzovanie vodohranilišč-Pišćepromizdat, Moskva 1957.
- Dimitrov M. S.: Hidrologična i hidrobiologična karakteristika na jazovir »G. Dimitrov«, Bulgarska akademija naukite, Varna 1960.
- Drobnjaković B.: Ribolov na Drini, Etnografski muzej, Beograd 1934.
- Ivlev B. S.: Biologičeska produktivnost vododoemov, uspehi savremenog biologij T XXIV, Vip. I, 1945.
- Janković M.: Proučavanje naselja dna baražnog jezera kod Grošnič, Arhiv bioloških nauka, Br. 3-4, Beograd 1966.
- Karžinkin G. S.: Osnovi biologičeskoj produktivnosti vodoemov, Pišćepromizdat, Moskva 1952.
- Kuznecov V. V.: Čto takoe problem biologičeskoj produktivnosti vodoemov i kak sledut rabotat nad jejo rešeniem. Zoologičeskij žurnal T XXX Vip. 2, 1951.
- Kapac E.: Pokušaj intenzivnog gospodarenja na malim akumulacijama, Ribarstvo Jugoslavije, Br. 2, Zagreb 1962.
- Macan T. T.: Freshwater Ecology, London 1963.
- Pavlovskij E. N., Zadin V. J.: Žizn presnih vod SSSR, Akademia nauk SSSR, Moskva 1955.
- Pennak R. W.: Fresh-Water invertebrates of the Unitet States. New York 1953.
- Ruttner F.: Fundamentals of limnology, Toronto 1963.
- Zernov S. A.: Obščaja hidrobiologija, Akademia nauk SSSR, 1949.
- Zadin V. L.: Fauna rek i vodohranilišća, Trudi zoologičeskogo instituta Akademije nauk SSSR, T. V. Vip. 3—4, 1940.
- Žunjić K.: Ispitivanje organske produkcije u Krupačkoj akumulaciji, Ribarstvo Jugoslavije Br. 4, Zagreb 1960.

**PHYSICAL-CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE ACCUMULATION LAKE NEAR ZVORNIK, LAKE KRUPAC AND LIVEROVICI NEAR NIKŠIĆ**

by

*Mr. Kosta Žunjić*  
*Institut for Protection of Nature — Titograd*

**S u m m a r y**

This work includes physical-chemical and biological characteristics of the Drina reservoir near Zvornik, Krupac in the Nikšić reservoir and Liverovići accumulation lake in Nikšićka župa. All three above mentioned accumulation lake were formed in the period between 1955/57. The biggest one is the Drina reservoir (1400 ha)

which contains 98.000.000 m<sup>3</sup>. The biggest depth amounts to 28 m. The level of the water does not vary more than 2 m. The mean annual temperature in the reservoir is from 10—13°C. During the year the reservoir is rich in oxygen, but poor with nitrates and phosphates, which especially influence the poor production of the plankton. Bottom fauna is mainly present with two groups organisms Chironomidae and Oligochaeta. In the reservoir the following kinds of fishes are found: *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma nasus*, *Leuciscus cephalus*, *Barbus barbus*, *Barbus meridionalis petenyi*, *Abramis brama*, *Abramis sapa*, *Silurus glanis*, *Acerina Schrezer*, *Aspro zingler*, *Acerina cernua*, *Aspius aspius*, *Rutilus rutilus*.

Krupac accumulation lake covers the area of about 500 ha. It contains about 30.000.000 m<sup>3</sup> of water. The average depth is from 6—8 m. The temperatures of water are between 5—25°C. The quantity of oxygen is between 7,4—11,2 mg/l. From the chemical point of view no bigger differences exist between the water at the bottom and on the surface. The bottom is silted and mainly covered with macrophytic vegetation. There are plenty of plankton and bottom fauna and belong to one of the richest water fauna in Yugoslavia. *Salmo trutta m. fario*, *Salmo irideus* and *Phoxinus phoxinus* are found in this lake.

Liverovići accumulation lake covers the area of 65 ha. The biggest depth amounts to 29 m. It contains about 9.000.000 m<sup>3</sup>. The temperatures of water are between 4—27°C. During the year reservoir is rich in oxygen, but poor with plankton and bottom fauna. In the accumulation lake lives a brook trout — *Salmo trutta m. fario*.